Source : MNHN, Paris

Pr 960 c3

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

P. 265

MÉMOIRES

DU

MUSÉUM NATIONAL

D'HISTOIRE NATURELLE

NOUVELLE SÉRIE

Série C, Sciences de la Terre

TOME V.

FASCICULE UNIQUE.

Raymond FURON

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

PARIS

ÉDITIONS DU MUSÉUM

36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (Vᵉ)

1955

BIBL. DU MUSÉUM D'HIST. NATUR.

T. 60

BIBL. DU MUSÉUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES

DU

MUSÉUM NATIONAL

D'HISTOIRE NATURELLE

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

P. 260

MÉMOIRES

DU

MUSÉUM NATIONAL

D'HISTOIRE NATURELLE

Série C, Sciences de la Terre

TOME V.

PARIS
EDITIONS DU MUSÉUM
36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire (Vᵉ)
—
1955

BIBL. DU MUSÉUM D'HIST. NATUR.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

TABLE DES MATIÈRES.

Pages

Fascicule unique.

R. Furon, Histoire de la Géologie de la France d'Outre-mer..... 1-218

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU
MUSÉUM
D'HIST.
NATUR.

Source : MNHN, Paris

Portrait du Cardinal de RICHELIEU (1585-1642)
Fondateur de la France d'Outre-mer.
(par E. de Boulonois (1682), d'après la peinture de Philippe de Champaigne).

Source : MNHN, Paris

MÉMOIRES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
Série C. Sciences de la Terre. Tome V, fascicule unique, p. 1 à 218.

HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

par Raymond FURON.

SOMMAIRE.

AVANT-PROPOS 4

INTRODUCTION 9

I. ALGÉRIE 11

Des origines à 1890. De 1890 à 1920. De 1920 à 1945. Depuis 1945. Géologie appliquée : Hydrogéologie, Sols, Ressources minérales (Fer, Plomb et Zinc, Phosphates, Pétrole, Production minière 1953). Bibliographie.

II. TUNISIE 25

Avant le Protectorat. 1884-1900 : la Mission d'Exploration scientifique de la Tunisie. G. LE MESLE, G. ROLLAND, Philippe THOMAS. 1900-1914 : Philippe THOMAS et Louis PERVINQUIÈRE. De 1920 à 1945 : M. SOLIGNAC, E. BERKALOFF, H. SCHOELLER. Depuis 1945 : J. ARCHAMBAULT, G. CASTANY. Géologie appliquée : Hydrogéologie, Ressources minérales (Plomb et Zinc, Fer, Phosphates, Pétrole). Production minière 1953. Bibliographie.

III. MAROC 37

Le XIX^e^ siècle. La grande époque (1900-1918) : BRIVES, GENTIL, LEMOINE. Les grandes découvertes stratigraphiques. La géologie marocaine depuis 1920. A. Le Maroc central. B. Le Rif. C. L'Anti-Atlas. Géologie appliquée (Manganèse, Plomb, Cobalt, Fer, Phosphates, Charbon, Pétrole, Production minière 1953). Bibliographie.

IV. LE SAHARA CENTRAL 56

A. Le Massif central et la bordure Nord : le mythe de la mer saharienne (1850-75), la géologie et le Transsaharien (1875-1902), 1902-1920 : les Compagnies sahariennes, E. F. GAUTIER, R. CHUDEAU. 1920-1940 : Conrad KILIAN. Depuis 1940 : Maurice LELUBRE. Les recherches de pétrole. Bibliographie 56

B. L'Adrar des Iforas, l'Aïr et la Bordure Sud 71

Source : MNHN, Paris

V. Afrique occidentale française 76
1900-1925 : Henry Hubert. Depuis 1925 76
A. Le Sahara occidental : le XIXe siècle. De 1900 à 1925 : G. B. M. Flamand et R. Chudeau. De 1925 à 1945 : Sahara nord-occidental, Nicolas Menchikoff ; Confins méridionaux, Raymond Furon ; La Zone centrale, Théodore Monod. Depuis 1945. Géologie appliquée 84
B. Sénégal 98
C. Guinée française 103
D. Soudan méridional, Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Dahomey et Togo français 108

VI. Afrique Equatoriale Française et Cameroun 117
A. Le Sahara oriental. Le Bassin du Tchad..... 120
Le Tibesti 120
B. Congo, Gabon et Oubangui. Jusqu'en 1920. 1925-45 : V. Babet. Depuis 1945. Géologie appliquée : Cuivre, Diamant, Or, Manganèse, Plomb et Zinc, Pétrole)..... 125
C. Cameroun 138

VII. Côte des Somalis 141

VIII. Madagascar et dépendances 143
A. Madagascar (Madagascar avant 1895 : Laborde et Alfred Grandidier. Depuis 1895 : Alfred Lacroix, Henri Besairie. Géologie appliquée : Pierres précieuses et semi précieuses, Graphite, Mica, Minéraux radioactifs, Charbon, Pétrole, Production 1953. Bibliographie 143
B. Les Iles du Détroit de Mozambique (Comores, Glorieuses, Europa, Juan de Nova, Barren) 156
C. La Réunion 158
D. L'Antarctide Française : Iles de Kerguelen, Archipels Crozet et du Prince Edouard, Nouvelle-Amsterdam, Saint-Paul, Terre Adélie 161

IX. Inde Française 167

X. Indochine 169
L'Union française au XVIIIe siècle. Le XIXe siècle. De 1900 à 1920 : Deprat et Mansuy. Depuis 1920. Le Permotrias à *Glossopteris* et *Dicynodon*. Les grès continentaux posttriasiques. La structure de l'Indochine. Géologie appliquée : Charbons du Tonkin, Etain, Tungstène et Uranium..... 169

XI. Saint-Pierre et Miquelon 183

XII. Les Antilles Françaises 185
La Martinique, la Guadeloupe, Saint Barthélémy, Saint Martin. Structure des Antilles 185

XIII. Guyane Française 192

Source : MNHN, Paris

XIV. Clipperton 198

XV. Nouvelle Calédonie et dépendances 199
A. Nouvelle Calédonie : du Capitaine Cook à J. Garnier et Augustin Bernard. De 1900 à 1945 : Jean Piroutet. Depuis 1945. Géologie appliquée : Chrome, Cobalt et Nickel, Production 1953. Bibliographie 199
B. Dépendances : Iles Wallis et Futuna, Walpole, Loyauté.. 207

XVI. Nouvelles Hébrides et dépendances (Banks et Torres).... 209

XVII. Etablissements Français de l'Océanie..... 212
A. Les Iles Marquises 212
B. Les Iles Tuamotou 213
C. Les Iles Gambier 216
D. Les Iles de la Société (Tahiti, etc.) 216
E. Les Iles Tubuaï 217

Source : MNHN, Paris

AVANT-PROPOS.

Les territoires français d'Outre-Mer ont une superficie d'environ 12 millions de km², soit plus de 20 fois celle de la Métropole.

On sait que sous l'Ancien Régime, la France eut un très grand empire colonial, qu'elle perdit, avant, pendant et après la Révolution.

Déjà sous le règne d'Henri IV (1590-1610), conseillé par son Ministre Sully, l'œuvre de François Ier est complétée. Le Canada, la « Nouvelle France », est reconnu et Samuel Champlain fonde Québec en 1608, tandis que la première « Compagnie commerciale pour les Indes » était créée en 1601.

Sous Louis XIII, le Cardinal Duc de Richelieu, premier Ministre de 1624 à 1642, se montre le véritable fondateur de la France d'Outre-Mer. Il continue l'œuvre de Sully au Canada, puis fait reconnaître la Guyane en 1604 et en 1626. En 1626, il encourage la création d'une Compagnie Normande qui va recevoir le monopole du commerce au Sénégal, noyau de la future Afrique occidentale française.

En 1635, 36 et 37, Richelieu fait occuper au nom de la France plusieurs îles des Antilles, dont la Guadeloupe, la Martinique et Saint-Domingue. Il s'occupe ensuite des îles de l'Océan Indien et ce sera la prise de possession de la Réunion (Ile Bourbon), de l'Ile de France (Maurice), des Séchelles et des Amirantes (de 1635 à 1637), puis la fondation de Fort-Dauphin à Madagascar (l'Ile Dauphine) en 1642.

Dans la seconde partie du XVIIe siècle, Colbert, Ministre de Louis XIV de 1661 à 1683, consolide et élargit l'œuvre de ses prédécesseurs. Il organise cinq grandes Compagnies, dont celles des Indes orientales, des Indes occidentales et du Sénégal.

Il agrandit la « Nouvelle-France » qui devint vraiment une province française. Le Mississipi est reconnu par le Père Marquette, puis par Cavelier de la Salle qui donne au pays le nom de Louisiane en 1682.

Quelques années plus tard, la Compagnie française des Indes orientales organise un premier Comptoir à Surate, puis achète Chandernagor (1673) et le Territoire de Pondichéry (1674), avant de s'étendre plus largement.

Après les Traités de 1815, la France n'avait plus d'Empire colonial.

Depuis, sous la Troisième République surtout, elle a reconstitué une autre France d'Outre-mer, grâce à des hommes hardis, parfois

Source : MNHN, Paris

sans le consentement de la Métropole dont la population a toujours été plutôt hostile aux expéditions lointaines et coûteuses.

La France a géré ces territoires et leurs populations pendant 50, 100 ans et parfois davantage. Elle les a nourris de sa substance, y a englouti des capitaux énormes et les a menés sur le chemin du progrès matériel et intellectuel. « Quand les Français disent qu'ils se taillent un Empire, écrivait Ch. Péguy, il ne faut jamais les croire. Ils propagent des libertés ».

En l'an 1931, eut lieu à Paris l'Exposition coloniale organisée par le Maréchal Lyauley. Ce fut un succès inouï et ce fut aussi la dernière manifestation internationale au cours de laquelle on put voir ce qu'avait fait la France dans les Territoires d'Outre-Mer dont elle avait la charge.

Toutefois, « parmi les bons ouvriers de la prise de possession et de la mise en valeur de la France d'Outre-Mer que l'on honorait, il manquait à l'appel un groupe d'hommes qui, eux aussi, ont bien travaillé à ce qui est devenu une partie de notre histoire nationale. Je veux dire les *hommes de science* ». Ainsi s'exprimait un Maître éminent, Alfred Lacroix à l'époque encore récente où la France n'avait pas honte d'être une grande puissance coloniale, où des Français se sentaient fiers de participer à la conquête scientifique et à la prospérité de régions encore peu connues. Ils n'espéraient rien de la Métropole.

Parmi les tâches qui incombaient à la Métropole, l'inventaire scientifique n'était pas la moindre. Cet inventaire, long et difficile, n'est pas terminé, parce qu'il ne rentrait pas, en apparence, dans la catégorie des dépenses « rentables » ; il se prépara donc dans des conditions fort inégales. Les petites économies et les grandes incompréhensions ont présidé à cette étude scientifique, mais grâce au dévouement, à la passion des hommes de science, le travail s'est fait tout de même.

Notre propos n'est pas du tout de décrire les conditions déplorables de la recherche scientifique Outre-Mer, mais de dire ce qui a été réalisé par une si petite équipe, animée par le feu sacré.

Ne parlant que de la géologie, nous devons bien rappeler qu'en 1939, les chiffres officiels indiquent l'existence (en tout et pour tout) de 62 géologues en service Outre-Mer, dont 38 pour l'Afrique du Nord... L'Indochine en possédait 3, Madagascar 2, les Antilles, la Réunion, la Guyane, la Nouvelle Calédonie, l'Inde française n'en avaient aucun.

La situation n'a commencé à changer qu'après 1945, grâce au Ministère de la France d'Outre-Mer d'une part et à l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer qui ont envoyé des missions dans les pays les plus déshérités.

Plusieurs centaines de géologues sont maintenant au travail dans les divers territoires de la France d'Outre-Mer. Ce n'est pas que l'Admi-

Source : MNHN, Paris

nistration souhaite particulièrement connaître l'histoire géologique de ces pays, mais parce que les grands Services techniques, à la recherche des ressources minières et du pétrole, ont besoin de cartes géologiques. Et comme il n'y avait pas de cartes géologiques dans beaucoup de régions, on a renforcé largement le corps des géologues. La cause est intéressante à connaître et cela démontre une fois de plus comment la science dite « pure » et la science dite « appliquée » sont simplement des aspects différents de la même discipline et que l'on peut aussi bien passer de la seconde à la première que de la première à la seconde.

De toute façon, nous ne pouvons que nous louer de l'effort actuel, qui permettra d'achever l'inventaire géologique de la France d'Outre-Mer, dans un délai raisonnable.

Le temps est venu d'écrire l'Historique de la découverte géologique et minière dans nos Territoires d'Outre-Mer. La guerre de 1939-45 a mis fin à un cycle de civilisation, à un mode de pensée, à une manière de travailler. Le feu sacré n'a pas été bien entretenu par les administrations et les conditions de la vie moderne ne laissent pas beaucoup de place à la fantaisie et à l'initiative individuelle.

Or, on pourra remarquer le rôle déterminant de l'homme dans la reconnaissance géologique du XIX^e^ et de la première moitié du XX^e^ siècle. Certaines régions ont été le domaine d'*un* géologue, soit qu'il y ait travaillé tout seul, soit encore qu'il ait eu un rôle d'animateur. De toute façon, le nom du géologue est lié au pays étudié.

On passe actuellement au travail d'équipe, peut-être plus anonyme, mais qui néanmoins nécessite plus que jamais un animateur capable d'orienter le travail de ses jeunes camarades en fonction des problèmes qui restent à résoudre.

D'autre part, on a le droit de dire que la *reconnaissance* géologique est achevée, dans ce sens qu'il ne semble pas rester de très grandes questions en suspens. La Bibliographie géologique des Territoires de la France d'Outre-Mer représente 2 gros volumes de 700 pages, comportant des milliers de titres.

La jeune génération commence à avoir grand'peine à savoir ce qu'ont fait ses prédécesseurs. Les lire serait bien long. Certains jeunes géologues pensent même que la Bibliographie et l'Historique sont franchement inutiles et que leurs propres observations remplacent avantageusement tout ce fatras de vieux papiers jaunis épars dans les périodiques les plus invraisemblables.

Donc, pour toutes ces raisons, et d'autres encore, il est temps de faire le point et de dire comment la connaissance géologique est née et s'est développée.

La recherche scientifique y compris la Géologie, pure et appliquée, se développe d'une manière logique et il est du plus haut intérêt, scientifique et philosophique, de suivre l'évolution des idées depuis un siècle et même plus. C'est une forme d'embryologie pleine d'enseigne-

Source : MNHN, Paris

ments. On fait connaissance avec le pays et avec les hommes, on suit les observations, les idées, les hypothèses prématurées qui se révèleront exactes 25 ou 50 ans plus tard, les affirmations orthodoxes qui ne résisteront pas à l'épreuve du temps. On voit les nouvelles observations, plus ou moins bien interprétées, la suite des publications, les éditions successives des cartes.

Ce que l'on comprend aujourd'hui ne l'est si facilement, que parce que plusieurs générations de Géologues ont longuement malaxé la matière et l'ont rendue assimilable. Tout commence au XVIII[e] siècle, où l'on verra le rôle de quelques grands Ministres, de l'Institut de France et du Jardin du Roi (devenu le Muséum National d'Histoire Naturelle). On apprend avec curiosité le rôle des Botanistes et des Médecins qui étudiaient alors les pierres, les minerais, les volcans, sans concurrence puisqu'il n'y avait pas encore de Géologues. A. Lacroix leur a consacré un certain nombre de Notices fort intéressantes et trop peu connues.

Pendant la première moitié du XIX[e] siècle, de grandes expéditions scientifiques permettent à la France de tenir son rang. Les événements historiques ont joué un grand rôle dans le développement de la géologie. Ainsi l'Afrique n'eut longtemps d'autre intérêt que la traite des Nègres. Lorsque celle-ci fut supprimée, en 1793, puis en 1848, on se retourna vers les ressources agricoles et surtout minières. On dut pénétrer dans l'intérieur pour les raisons les plus diverses : les commerçants pour trafiquer, les Missionnaires pour évangéliser, les Militaires pour protéger les civils ou assurer à la France des territoires que les autres pays d'Europe se préparaient à occuper, etc. La reconnaissance minière fut tardive à Madagascar parce qu'elle était interdite aux étrangers, sous peine de mort.

Bref, on voit vers le début du XX[e] siècle des gouvernements embarrassés de tant de territoires, pensant surtout à les administrer politiquement. Les Services techniques sont réduits au strict minimum et parmi eux, les Services Géologiques furent les derniers à naître, sans avoir encore réalisé leur développement idéal. Le travail s'est fait quand même, sans aucun plan et grâce à des initiatives individuelles. Tous y ont participé : les militaires, les marins, les religieux, les commerçants, les mineurs et les géologues.

Les renseignements apportés peu à peu furent naturellement de valeur inégale, mais chaque publication exerce une influence, bonne ou mauvaise, sur celui qui la lit et il est difficile de se dégager d'une construction établie et généralement acceptée. La recherche de la Vérité ne se fait pas en ligne droite, marquant des progrès réguliers et constants. Il y a des progrès et des reculs, puis de nouvelles tentatives, parfois contrariées par l'absence de renseignements sur une région voisine. Et à ceux qui seraient tentés de penser qu'il a fallu bien du temps pour commencer à comprendre, nous rappellerons les conditions de travail de ceux qui ont créé la géologie de la France d'Outre-Mer. On circule maintenant au Sahara en « autos tous terrains », suivi

Source : MNHN, Paris

d'un camion 6-roues pour le ravitaillement et le campement. En 1940 encore (et même depuis), on circulait à chameau, d'un point d'eau à un autre, en évitant de s'égarer, mais on avait le temps de voir. En Afrique occidentale, on circulait à pied ou à cheval, le matériel étant transporté à tête d'homme, ce qui était (et reste) le seul moyen de transport dans des pays sans routes. En Afrique équatoriale, on circulait à pied ou en tipoye, puisqu'il n'y avait ni routes, ni même de chevaux. Madagascar, la Côte des Somalis, l'Indo-Chine avaient aussi leurs servitudes. Je ne ferai que mentionner la température souvent peu clémente, les insectes, l'inconfort parfait, tout ce que les géologues de ma génération considèrent comme le bon temps de leur vie.

Et puis, les Géologues peuvent être assez fiers de leur œuvre. Il a fallu deux siècles pour bien connaître la géologie de la Ville de Paris, laquelle est surpeuplée de géologues éminents et creusée comme un terrier. Les géologues français ont mis bien moins d'un siècle pour résoudre les principaux problèmes de la géologie de la France d'Outre-Mer.

Cet Historique est écrit en leur honneur, en hommage, avec le seul regret de ne pouvoir, faute de place, citer tous les noms de ceux qui ont apporté quelque chose à l'édifice.

Source : MNHN, Paris

INTRODUCTION.

Le sens et la construction de ce travail demandent quelques explications préliminaires.

Il est bien évident qu'un Historique complet et détaillé (qui mériterait d'être écrit) demanderait plusieurs volumes. J'ai donc résumé le plus possible, ce qui implique malheureusement *un choix*, donc des omissions, involontaires certes, mais omissions tout de même. L'idéal eut été de citer tous les travaux et tous les auteurs, je regrette de n'avoir pu le faire et de m'être limité à ce qui m'*a paru* essentiel.

La division en chapitres appelle une remarque. Tout d'abord, j'ai appelé France d'Outre-Mer tous les Territoires qui sont gérés par la France, ou bien qui l'étaient encore dans un Passé très récent, au cours même de la rédaction de ce travail. Leur nomenclature est fort complexe puisqu'on y trouve des Protectorats comme le Maroc et la Tunisie, des Départements français comme la Guyane ou la Martinique, des « Etats associés » (?), des Colonies comme l'Afrique équatoriale française, et peut-être d'autres formules encore dont le sens a pu m'échapper. Malgré leur variété, ces entités politiques ne correspondent pas souvent à des ensembles naturels, géologiques ou géographiques, et je me suis autorisé à les regrouper autrement pour en faciliter l'étude. Par exemple, j'appelle « Algérie », l'Algérie atlasique à l'exclusion du Sahara algérien, de tout ce qui se trouve au Sud de la grande zone faillée sud-atlasique. Je crée un « Sahara central » avec des territoires appartenant à l'Algérie et à l'Afrique occidentale française tandis que je traite du Sahara oriental avec l'Afrique équatoriale en y incluant la zone occidentale du bassin du Tchad qui est administrée par l'Afrique occidentale. Je me suis donc dégagé des frontières administratives lorsqu'elles ne correspondent pas à des régions naturelles. Je devais en prévenir le lecteur.

Certains territoires ont peut-être été omis, parce que je n'ai pu obtenir de précisions sur leur statut actuel : la ville de Cheikh Saïd sur la côte d'Arabie et l'enclave française de Goula, en Nigeria.

Enfin, la Bibliographie a été réduite au minimum possible, tout comme le texte. *Elle est en effet strictement attachée à l'Historique.* J'ai accordé peu de place aux trois pays de l'Afrique du Nord parce que l'histoire de leur développement scientifique est bien connu, facile à retrouver dans un certain nombre d'ouvrages qui sont cités. Les autres territoires de la France d'Outre-Mer ont été l'objet de développements relativement plus complets, parce que leur histoire restait

Source : MNHN, Paris

peu connue (ou tout à fait inconnue). Cela permet de suivre l'évolution de certaines idées, de certains problèmes et de limiter la Bibliographie aux seuls travaux donnant une vue d'ensemble ou constituant un apport nouveau à un moment donné.

Il s'agit donc, à dire le vrai, d'une *Introduction à l'histoire du développement de la Géologie, pure et appliquée, dans les territoires de la France d'Outre-Mer.*

Source : MNHN, Paris

I. — ALGÉRIE.

Des origines à 1890. De 1890 à 1920. De 1920 à 1945. Depuis 1945. Géologie appliquée : Hydrogéologie, Sols, Ressources minérales (Fer, Plomb, Zinc, Phosphates, Pétrole, Production minière 1953). Bibliographie.

Lorsque l'occupation de l'Algérie fut décidée, ce ne fut certainement pas dans l'intention d'en exploiter les richesses, car c'était un pays presque complètement inconnu.

On avait quelques pauvres renseignements sur l'hydrologie et les productions minérales dans l'ouvrage de SHAW, « Voyages dans diverses provinces de la Barbarie et du Levant », paru en 1743.

En 1725, le célèbre Naturaliste PEYSSONEL et le Botaniste DESFONTAINES ont parcouru les Régences de Tunis et d'Alger. Leurs observations n'ont été publiées qu'en 1838, par les soins de DUREAU DE LA MALLE. Ils avaient recueilli des fossiles. Le Chirurgien du Bey de Constantine avait remis à DESFONTAINES des coquilles qui devinrent le type d'*Ostrea africana* après avoir été remises à LAMARCK. PEYSSONEL de son côté avait trouvé au Nord de l'Aurès de curieux Polypiers crétacés, qui furent également déterminés par LAMARCK en 1801 (*Aspidiscus cristatus*).

Les observations de DESFONTAINES et d'autres voyageurs donnaient l'impression que l'Algérie était un pays en grande partie désertique, inculte et sans avenir.

La recherche géologique et minière commencera donc avec l'occupation française. Nous en connaissons bien l'histoire grâce aux deux livres de M. DALLONI et J. SAVORNIN, publiés à l'occasion du Centenaire de l'Algérie (1830-1930).

En 1830 même, le Capitaine ROZET décrit les environs d'Alger dans le Journal de Géologie. Ses observations de 1831 à 1832, sur Alger et sur les environs d'Oran, paraissent dans les Tomes 1 et 2 du Bulletin de la Société géologique de France qui vient de se créer. On trouve ensuite quelques observations de LE PUILLON DE BOBLAYE sur Bône et l'Aurès, du Lt SAGET sur la région de Sétif, de E. DE VERNEUIL sur Alger.

Pour intéresser l'opinion française, restée très méfiante, le Maréchal CLAUZEL fit publier un Rapport vantant les ressources de l'Algérie et l'inépuisable fertilité de ses sols. Cette ère d'illusions se termina en 1838, lorsque fut connu le Rapport du Maréchal VALÉE, basé sur une enquête plus complète.

Source : MNHN, Paris

Dès l'année suivante, en 1839, fut créée la *Commission scientifique pour l'exploration de l'Algérie*, sous le patronage de l'Institut de France. E. RENOU accepta d'en faire partie comme géologue.

En 1842, le Ministère des Travaux Publics chargea l'Ingénieur FOURNEL de faire procéder à l'étude minéralogique de la nouvelle terre française. On lui adjoignit DUBOCQ en 1845, puis VILLE en 1846. Ainsi fut créé le *Service des Mines*.

E. RENOU, qui avait commencé ses explorations en 1840, fit paraître en 1848 sa « Description géologique de l'Algérie », avec une notice minéralogique (due à RAVERGIE) et une de Paléontologie (par DESHAYES). Une carte au 2.000.000e accompagne cet ouvrage bien remarquable pour l'époque. On y trouve le Crétacé de Constantine, les lignites de Smendou, les calcaires à Nummulites d'El Kantour, les schistes cristallins de Philippeville, les marnes à *O. crassissima* entre Constantine et Sétif, les sources thermales d'Hammam Meskoutine (analysées par le Pharmacien militaire TRIPIER), les « marnes siliceuses » à Poissons d'Oran, le Jurassique de Saïda, etc. La coupe même du Massif d'Alger est d'une exactitude surprenante. Les ressources minérales n'avaient pas été négligées et une importante collection d'échantillons fut envoyée au Muséum.

De son côté, l'Ingénieur FOURNEL travaillait depuis 1843. Il publie les deux premiers tomes de sa « Richesse minérale de l'Algérie », en 1849 et 1854. C'est une description méthodique de tous les gisements qu'il avait pu visiter, augmentée d'un Atlas paléontologique par BAYLE et d'une Carte. C'est un monument considérable, bourré de renseignements.

Le Service des Mines continue ses travaux avec des Ingénieurs connus. Aux noms déjà cités de DUBOCQ et VILLE, il faut ajouter MOEVUS, HARDOUIN, ROCARD, TISSOT, VATONNE, POUYANNE, les Gardes-mines BADYNSKI, FLAGEOLET, POMEL et BROSSARD, des géologues auxiliaires comme NICAISE et PIERREDON.

Des géologues professionnels viennent en Algérie à des titres divers : COQUAND, VÉLAIN, DELAGE, CURIE, WELSCH, FICHEUR, FLAMAND. A côté des professionnels, les « amateurs » font bonne figure dans l'historique : l'Officier d'Administration E. PÉRON, le Vétérinaire militaire Ph. THOMAS, le Médecin militaire BLEICHER. Les Paléontologistes métropolitains ne manquent de s'associer à l'œuvre entreprise.

En 1852, une circulaire ministérielle prescrit au Service des Mines d'établir une Carte géologique au 400.000e. Une autre circulaire, du 1er janvier 1859, créait un « Service spécial » pour les travaux de la Carte ; il serait transformé en « Service de la Carte géologique de l'Algérie » en 1882.

Nous pouvons maintenant jeter un coup d'œil sur l'œuvre accomplie à cette époque.

Henri COQUAND, Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Besançon, était déjà célèbre par son exploration du Nord du Maroc, en 1846-47, lorsqu'on lui proposa, en 1851, d'aller examiner quelques gîtes minéraux dans le Nord de la province de Constantine. Il profita

Source : MNHN, Paris

de cette occasion pour faire une randonnée de quatre mois, dont il publia la relation dans un Mémoire de la Société Géologique de France (1854), disant modestement qu'il ne voulait qu'ajouter un chapitre à l'ouvrage de FOURNEL. Il fit un second voyage, dans le Sud constantinois, en 1860, alors qu'il était Professeur à Marseille. Il publia plus tard des études paléontologiques en 1869 et 1884. Malheureusement, ses collections de fossiles ont été acquises par le Musée Géologique de Budapest, et la France s'en trouva privée.

L'Ingénieur L. VILLE, successeur de FOURNEL, a travaillé en Algérie pendant quarante ans, de 1838 à 1878 et il a publié des travaux très valables sur les gîtes minéraux. Un autre Ingénieur, J. TISSOT, a consacré vingt ans à l'étude géologique du département de Constantine. Mort en 1881, il nous a laissé un texte explicatif de la Carte de ce département.

POUYANNE, Ingénieur et A. POMEL, Garde-mines, collaborèrent amicalement pendant des années. Ils rédigèrent ensemble la Notice de la Carte géologique de la province d'Oran pour l'Exposition de 1867.

A. POMEL fut une des figures curieuses de cette époque. E. FICHEUR lui a consacré une notice biographique en 1899 (*B.S.G.F.*). Il avait publié quelques études sur des fossiles du Puy-de-Dôme et de l'Allier, lorsqu'il fut proscrit par l'Empire après le Coup d'Etat du 2 décembre 1852 et déporté en Algérie, sous surveillance de la police. Deux ans plus tard, il envoyait à l'Académie des Sciences sa première note sur la géologie du département d'Oran. Devenu Ingénieur aux Mines de Garrouban, il chercha à élucider la structure du Massif de Tlemcen. Nommé « Garde-mines » à Miliana (1856-59), il décrivit la géologie de cette région. Appelé à Oran, il reprit l'étude de ce département.

En 1862, il accompagna la colonne COLONIEU à Ouargla et publia en 1872 un ouvrage étonnant sur le Sahara. En 1876, il devint Sénateur d'Oran, puis Professeur de Géologie à l'Ecole supérieure des Sciences d'Alger en 1880, et Co-Directeur (avec POUYANNE) du Service de la Carte géologique en 1882.

On doit à POMEL une « Description stratigraphique de l'Algérie » qui reste encore le seul travail d'ensemble sur ce pays (avec celui de PERON). Ses observations sont encore valables sur bien des points, mais ses explications tectoniques basées sur les théories d'Elie DE BEAUMONT ne présentent évidemment plus aucun intérêt. Ce texte était destiné à expliquer la nouvelle carte géologique des trois départements algériens. POMEL travailla jusqu'à sa mort, survenue en 1898, à l'âge de 77 ans.

A. PÉRON, Officier de l'Intendance et géologue avait lui aussi publié en 1883, un « Essai d'une Description géologique de l'Algérie », après un séjour de 1865 à 1871.

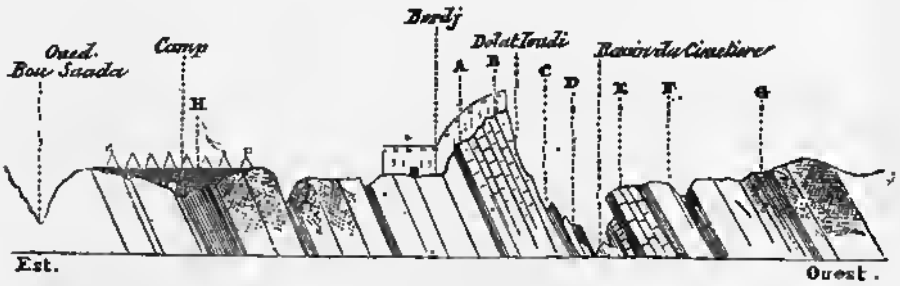
E. BROSSARD, Garde-mines, étudie la subdivision de Sétif en 1866, C. NICAISE, Agent-explorateur, puis Géologue au Service des Mines, publie le « Catalogue des animaux fossiles de la province d'Alger » en 1870, avec une description toujours utile des gisements fossilifères.

Source : MNHN, Paris

Philippe THOMAS, Vétérinaire de l'Armée et Géologue amateur, allait s'illustrer en découvrant les phosphates de l'Afrique du Nord.

L'origine exacte de la découverte mérite d'être rappelée. Le Capitaine d'Etat-Major LE PUILLON DE BOBLAYE avait découvert l'Eocène inférieur sur les confins algéro-tunisiens en 1838, puis NICAISE avait trouvé le « Suessonien » en 1870, dans la région du massif de Mfatah, dans la province d'Alger.

COUPE DE L'ÉTAGE URGO-APTIEN A BOU-SAADA.



A. Marnes inférieures à *Echinobrissus Edusensis*.
B. Calcaires durs à orbitolinea.
C. Calcaires à térébratules.
D. Marnes à *Orbitolina lenticularis*, *Heteraster oblongus*, *Echinospatangus Collegnoi*, *Pseudodiadema Malbosi*, *Salenia prestensis*, etc., etc.
E. Marnes et calcaires à gastéropodes, *Ostrea Boussingaulti*, *Pseudodiadema pustillus*, etc.
F. Marnes à petits bivalves.
G. Marnes jaunes et grès en grands bancs.
H. Terrain saharien superficiel.

FIG. 1. — Coupe dans la région de Bou Saada, Algérie (PÉRON, 1871).

En 1872-74, Philippe THOMAS exerçait ses fonctions de Vétérinaire militaire dans la région de Mfatah. Tout en étudiant les épizooties du bétail indigène, il faisait un peu de géologie, pour se distraire. Or, en 1873, à Aïn Seba, sur la lisière occidentale du massif, il découvrit de l'Eocène inférieur fossilifère, avec des dents de Poissons et des moules internes de Mollusques entièrement phosphatisés. C'est ici qu'est née la richesse de l'Afrique du Nord et c'est encore ici que POMEL viendra établir sa classification de l'Eocène algérien (sans citer THOMAS d'ailleurs).

Philippe THOMAS, naturellement, n'envisagea pas sur l'instant toute l'importance future de sa découverte, mais il en fit part en 1875 à J. TISSOT, qui était alors Ingénieur des Mines à Constantine. TISSOT lui dit que cette découverte ne l'étonnait pas parce qu'il était convaincu que ce minéral existait dans cet étage géologique et qu'il était la cause directe du bon rendement en céréales des terres sur Eocène inférieur. Il l'encouragea vivement à continuer ses recherches dans ce sens là, chaque fois qu'il en aurait l'occasion.

Source : MNHN, Paris

L'occasion se présenterait 12 ans plus tard, en Tunisie. C'est alors seulement que le bruit de ses découvertes détermina de nouvelles recherches en Algérie. Un industriel de Souk Ahras, WETTERLÉ, conseillé par Ph. THOMAS, découvrit dans cette région des gisements de phosphates (1888).

De cette époque, rappelons encore l'œuvre de R. BOURGUIGNAT sur les Mollusques terrestres et fluviatiles fossiles, puis les mémoires de A. COTTEAU, A. PÉRON et V. GAUTHIER sur les Échinides (1873-1891).

De 1890 à 1920.

C'est ce qu'on a pu appeler l'ère des Monographies régionales, car nous arrivons à l'époque des études rationnelles. Les auteurs ont fait de leurs travaux des sujets de Thèse de Doctorat et ont poursuivi une carrière universitaire.

En 1890, paraissent les Thèses de WELSCH sur les régions de Frenda-Tiaret et du Sersou, de FICHEUR sur la Kabylie du Djurdjura, de REPELIN, sur l'Ouarsenis.

En 1890 encore, paraît la 2e édition de la Carte géologique au 800.000e de J. POUYANNE et A. POMEL.

De 1891 à 1895, la stratigraphie des termes marins du Tertiaire est établie par POMEL, PERON et Ch. DEPÉRET, et les descriptions régionales des gisements de phosphate sont publiées par J. RLAYAC. E. FICHEUR et H. JACOB. On doit une mention particulière à E. FICHEUR, d'abord Assistant de POMEL, puis son successeur comme Professeur à Alger en 1891, puis Directeur du Service de la Carte géologique. C'est sous sa direction que furent publiées les cinquante premières feuilles de la Carte au 50.000e. Encore en 1895, sortent les deux premières feuilles de la Carte au 50.000e, suivies de deux autres en 1896.

En l'année 1896, la Société Géologique de France tint sa réunion extraordinaire annuelle en Algérie. Un des faits les plus notables de cette réunion fut la découverte de fossiles triasiques au Djebel Chettaba (Constantine) par M. GOUX, ce qui permit à Marcel BERTRAND d'attribuer définitivement au Trias les marnes gypsifères avec ophites de l'Algérie, ce qu'on appelait alors les « gypses éruptifs ».

En 1898, E. FICHEUR succède à A. POMEL comme Directeur du Service de la Carte géologique. La troisième édition de la Carte générale est publiée à l'occasion de l'Exposition Universelle de 1900.

Trois nouvelles thèses paraissent, de A. BRIVES sur le bassin du Chélif (1897), E. RITTER sur le Djebel Amour et les Mts des Ouled Naïl (1902), L. GENTIL sur le bassin de la Tafna (1902).

En 1903, P. TERMIER s'intéressa à l'Algérie. Il proposa d'attribuer les schistes cristallins des massifs de Numidie au métamorphisme tertiaire et la mise en place du Trias gypsifère à des nappes de charriage. C'était la mode à cette époque et les géologues algériens ne purent rien y faire, que protester. La controverse dura jusqu'en 1928, date à

Source : MNHN, Paris

laquelle le grand géologue reconnut que ses hypothèses n'étaient plus défendables.

De 1909 à 1912, A. Joly esquisse la structure des hauts-plateaux, J. Dareste de la Chavanne étudie la région de Guelma (Thèse, 1910), G. B. M. Flamand le Haut-Pays de l'Oranie (Thèse 1911), L. Joleaud la Chaine numidique et les Monts de Constantine, J. Blayac le bassin de la Seybouse (Thèse 1912). De son côté le Général De Lamothe élabore une description détaillée du Quaternaire du Sahel d'Alger.

De 1920 à 1945.

En 1923, A. Brives, Professeur à la Faculté des Sciences d'Alger, est nommé Directeur du Service de la Carte géologique.

Cette période d'entre deux guerres est marquée par une activité continue et la parution de mémoires importants. Dès 1920, c'est la Thèse de J. Savornin sur le Hodna et le plateau sétifien ; en 1922, c'est le mémoire d'E. F. Gautier sur la « Structure de l'Algérie ».

En 1922, intervient une découverte sensationnelle. Dans ces terrains métamorphisés longtemps considérés comme tertiaires, F. Ehrmann découvre du Silurien à Graptolithes et du Dévonien à Tentaculites, aux Beni Afeur, au sud de Djidjelli, à l'ouest de Bougie.

Trois ans plus tard, C. Arambourg décrit les célèbres Poissons fossiles des diatomites néogènes d'Oran et, à l'occasion du Congrès de l'A.F.A.S. réuni à Constantine, L. Joleaud donne, dans un volume spécial, une description géologique de l'Algérie orientale avec des esquisses tectoniques et des schémas paléogéographiques. A cette époque, on devait déjà à L. Joleaud 80 notes sur la géologie, la paléontologie et la biogéographie de l'Algérie et d'importantes recherches sur les phosphates.

En 1928, J. Savornin, Professeur à la Faculté des Sciences d'Alger succède à Brives, à la tête du Service de la Carte géologique de l'Algérie. On lui doit, entre autres travaux, des recherches sur l'Aquitanien continental et la démonstration de l'absence de nappes de charriage en Algérie, après une longue lutte contre quelques géologues métropolitains.

Le « Centenaire de l'Algérie », 1830-1930, fut célébré par les géologues sous la forme durable de trois gros volumes, auxquels on aura toujours recours pour toute recherche historique.

Nous avons d'abord la « Géologie algérienne et nord-africaine depuis 1830 », par J. Savornin. La première partie (170 pages) est consacrée à l'historique et à la bibliographie, la seconde (pp. 171-385) à l'exposé des connaissances acquises en 1930 sur la géologie et les ressources minérales. Texte et cartes ont conservé un intérêt historique, précisant un moment de la géologie algérienne, permettant d'apprécier les progrès qui ont été faits depuis. Sur la carte d'ensemble, figurant les zones sahariennes, on voit les falaises du Hank figurer en

Source : MNHN, Paris

Crétacé, parce que les *Conophyton* cambriens furent alors considérés comme des troncs d'arbre calcifiés (donc Crétacé inférieur). Bien d'autres choses furent encore modifiées par la suite.

Le second volume est la « Géologie appliquée de l'Algérie » de M. DALLONI, Professeur de Géologie appliquée à la Faculté des Sciences d'Alger et Directeur-Adjoint du Service de la Carte Géologique. Après un court historique, l'auteur étudie d'abord les gîtes métallifères et autres (pp. 31 à 213), puis donne deux grands chapitres originaux, sur les Eaux souterraines (pp. 215-564) et sur les Sols (pp. 565-862).

Le troisième volume : « Les Mines et les Carrières en Algérie », par D. DUSSERT, Inspecteur général des Mines et G. BÉTIER, Chef du Service des Mines de l'Algérie. Un bon chapitre est consacré à la découverte des gisements minéraux et tout le reste du livre à leur exploitation, avec des diagrammes de production.

Ces trois mises au point donnent un aperçu complet de ce que l'on savait de la géologie, de l'hydrogéologie et des mines en 1930.

Entre 1930 et 1940, d'autres travaux importants sont parus.

En 1932, L. JOLEAUD présente un tableau de la géologie et de la paléogéographie, qui est un excellent résumé, complétant celui de J. SAVORNIN, et J. LAMBERT publie son ouvrage sur les Echinides.

P. FALLOT donne à la Société Géologique de France un Mémoire définissant les traits permanents de la paléogéographie secondaire dans la Méditerranée occidentale, montrant l'unité de structure de toute l'Afrique du Nord comme il l'avait prévu dés 1923 en disant que les massifs bético-rifains pourraient bien trouver leur prolongement dans les massifs kabyles.

La même année voit paraître un autre travail essentiel, la Thèse de L. GLANGEAUD, sur la « Région littorale de la Province d'Alger ». Cette étude de l'Atlas littoral apporte des documents fort nouveaux sur une zone, dont on connaissait bien le Néogène et le Quaternaire, mais dont tout le reste n'avait subi aucune revision depuis 40 ans. Il y a donc beaucoup de nouveautés locales, mais la troisième partie, la vue d'ensemble, est particulièrement nouvelle, présentant la Paléogéographie, puis une analyse tectonique et définissant la place de l'Atlas littoral dans le cadre nord-africain. Cet aperçu est complété l'année suivante, par un Mémoire sur les unités paléogéographiques et structurales de l'Atlas méditerranéen (Algérie, Tunisie et Maroc) rejoignant les préoccupations de P. FALLOT qui venait de définir les traits permanents de la paléogéographie secondaire dans la Méditerranée occidentale. On voit le rôle des massifs primaires du littoral, bordés au Sud par un Sillon rifain et tellien, qui les sépare d'une troisième zone, anticlinale (Hauts-Plateaux et Atlas saharien). Le schéma est valable pour toute l'Afrique du Nord. La nappe du flysch borde le littoral algérois sur 250 kilomètres. C'est la première vue cohérente sur l'ensemble de la Berbérie.

D'autres thèses vont paraître successivement, qui toutes apportent des observations et des interprétations très nouvelles. On ne peut que les citer : M. ROUBAULT sur la Kabylie de Collo (1934), P. DELEAU sur

Source : MNHN, Paris

le Tell constantinois (1938), J. FLANDRIN sur la Paléontologie du Nummulitique algérien (1938), enfin R. LAFFITTE sur la géologie de l'Aurès (1939). Tous ces travaux sont de première importance, dépassant largement le cadre de leurs limites géographiques.

Pendant la guerre, en 1942, c'est encore la Thèse de G. LUCAS sur les Monts de Ghar Rouban et les confins algéro-marocains, avec des aperçus de paléocéanographie.

De toute cette époque datent également les publications de Paléontologie et de Biogéographie de L. JOLEAUD, puis de C. ARAMBOURG, sur les Mammifères tertiaires et quaternaires.

Entre 1939 et 1942, R. LAFFITTE étudiant le bassin miocène du Cheliff, acquit la conviction que la subdivision établie jadis par POMEL ne correspondait à rien de réel. Le « Sahélien » en particulier avait été créé en 1858, non pas sur des données stratigraphiques et paléontologiques, mais il répondait, dans l'idée de POMEL à un certain rapport aux systèmes de montagnes du réseau pentagonal d'Elie de BEAUMONT...!

Dès 1884, DELAGE prouvait que le Sahélien supérieur était du Pliocène et en 1892, WELSCH s'était bien aperçu que le Sahélien-type était très exactement du Pliocène. POMEL reconnait le fait et change la localité-type de son étage, la transportant dans la vallée du Cheliff et les environs d'Oran. Là-dessus Ch. DEPÉRET affirme que le Sahélien est l'équivalent marin des sédiments continentaux pontiens, point de vue qui fut adopté dans discussion. La faune des Poissons d'Oran étudiée par C. ARAMBOURG est du même âge que celle du Sarmatien d'Italie.

WELSCH avait aussi montré que certains gisements sahéliens étaient du Tortonien. En 1910, J. COTTREAU signale que la faune « sahélienne » de Carnot était analogue aux faunes du Tortonien du bassin de Vienne et de la vallée du Rhône. En 1915, M. DALLONI montrait que le Sahélien du bassin de la Tafna était du Pliocène.

Lorsque R. LAFFITE entrepris de supprimer ce Sahélien de la nomenclature, il avait de solides arguments paléontologiques : la faune de Carnot, contrairement à ce que pensaient BRIVES et DEPÉRET n'est pas « sahélienne », mais tortonienne, ainsi que celle du Djebel Khallel, tandis que d'autres localités sont pliocènes, comme aux environs d'Alger. Ici, d'ailleurs, DAUTZENBERG a montré que 61 % des Mollusques pliocènes existaient déjà dans le Miocène d'Italie, ce qui explique les confusions qui ont pu se produire. Ce travail ne vit le jour qu'en 1948.

Depuis 1945.

Sous la direction éclairée de G. BÉTIER, le Service Géologique de l'Algérie continue son œuvre patiente.

R. LAFFITTE découvre l'existence du Calabrien sur la côte oranaise et publie son petit Mémoire sur l'inexistence du Sahélien de

Source : MNHN, Paris

POMEL, opinion solidement étayée sur des arguments paléontologiques et qui est généralement acceptée, à l'exception d'une réaction de Vladimir STCHEPINSKY et d'A. CHAVAN en 1952.

H. TERMIER et Mme G. TERMIER transfèrent leur activité du Maroc en Algérie et se consacrent particulièrement à l'étude des faunes primaires.

M. DURAND-DELGA s'intéresse à la Petite Kabylie, G. LUCAS continue ses études sur les confins algéro-marocains, P. MURAOUR travaille l'Oligocène et le Pliocène, P. JODOT publie un intéressant mémoire sur les *Pseudoceratodes* du Nummulitique continental circumsaharien.

Enfin, le XIX[e] Congrès Géologique International se réunit à Alger, en 1952.

A cette occasion, le Comité algérien d'organisation entreprit la publication d'une collection de Monographies régionales, dont l'ensemble représente une mise au point de nos connaissances actuelles.

En ce qui concerne l'Algérie atlasique, nous citerons les monographies de L. CALEMBERT sur l'Ouarsenis, G. DUBOURDIEU sur les Monts du Mellégue, J. THIÉBAUT sur le socle métamorphique en Grande Kabylie, J. GLAÇON sur les Monts du Hodna, J. GUILLEMOT sur le Titteri, M. DURAND DELGA sur le Sud-Ouest de la Petite Kabylie, A. CORNET sur l'Atlas saharien, P. DELEAU sur le pays constantinois, J. FLANDRIN sur l'ensemble des chaînes atlasiques et la bordure Nord du Sahara, L. DUPLAN sur la région de Bougie, G. SADRAN sur les roches cristallines du Littoral oranais, J. FLANDRIN sur la chaîne du Djurdjura, G. LUCAS sur la bordure Nord des Hautes plaines, Y. GOURINARD sur le Littoral oranais, J. BOLFA, J. HILLY et M. ROUBAULT sur les massifs cristallins du Nord constantinois, M. DALLONI sur l'Atlas tellien occidental, L. GLANGEAUD sur l'histoire géologique de la province d'Alger, J. SIGAL sur la micropaléontologie du Crétacé, L. D. VISSE sur les phosphates et C. ARAMBOURG sur la Paléontologie des Vertébrés en Afrique du Nord.

Enfin R. LAFFITTE a dressé la Carte géologique de l'Algérie au 2.000.000[e], intégrée dans la Carte Géologique du Nord-Ouest de l'Afrique, publiée à l'occasion du Congrès.

Le dernier événement est la découverte de l'Atlanthrope par C. ARAMBOURG et R. HOFFSTETTER en 1954.

Tels furent les principaux épisodes de plus d'un siècle de géologie algérienne.

Géologie appliquée.

HYDROGÉOLOGIE.

L'alimentation en eau (potable ou non selon les besoins) a toujours été un problème en Algérie. Les Romains avaient entrepris de grands travaux, des aqueducs, pour alimenter les centres urbains.

Source : MNHN, Paris

Tout ce qu'ils avaient fait fut abandonné après les invasions arabes. A notre arrivée, la situation était désastreuse et il n'y avait qu'Alger qui possédait vraiment un système d'adduction d'eau convenable.

L'augmentation constante de la population et l'extension des terres cultivées ont provoqué des besoins grandissants, sans compter les exigences de l'hygiène moderne. Les besoins ont changé. Il y a un siècle, en 1854, FOURNEL estimait suffisant le volume d'eau dont disposaient les habitants de Dellys,, « si l'on compte, comme en Europe, 20 litres par 24 heures pour un individu »...

En tous cas, dés 1848, RENOU commençait l'inventaire des eaux superficielles et souterraines, inventaire á peine achevé maintenant.

On doit à M. DALLONI des travaux considérables sur l'hydrogéologie et un exposé des résultats acquis dans le Volume du Centenaire. Encore plus récemment, en 1952, G. DROUHIN, Directeur du Service de la Colonisation et de l'Hydraulique en Algérie, a exposé les « Problèmes de l'eau en Afrique du Nord-Ouest », à l'occasion des recherches de l'UNESCO sur la zone aride.

La situation est rendue d'autant plus difficile que le pays a été complètement déboisé et que la reconstitution des nappes ne peut se faire normalement.

Dans les régions du Sud, la politique des puits artésiens est bien connue. Dans l'Algérie du Nord, ce fut une politique de grands barrages qui se développa malgré les difficultés : fondations difficiles, danger des grandes crues, comblement rapide du bassin de retenue par les apports solides dans un pays ravagé par l'érosion.

Etude des sols.

Il existe une telle dépendance entre le sol autochtone et le sous-sol que les cartes agronomiques ressemblent singulièrement aux cartes géologiques. On sait bien que la végétation spontanée varie suivant la nature des terrains et MAZÉ a fait remarquer depuis longtemps que les microorganismes des Légumineuses s'adaptent davantage à une nature de sol qu'á une espéce végétale. On sait que les crus de vins varient avec le sol ; it en est de même avec toutes les plantes cultivées et GAIN s'est même étonné de ce que la génétique n'ait jamais abordé ce problème.

L'étude des sols a été abordée en Algérie par le Dr L. TRABUT en 1881. G. B. M. FLAMAND a donné un chapitre important sur la géologie appliquée aux grandes zones culturales dans le « Manuel de l'Agricutteur algérien » de RIVIÈRE et LECQ (1898), et J. DUGAST a publié une « Agrogéologie de l'Algérie » à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900.

On trouve ensuite une série d'études locales par DUGAST, ISMAN, COUSTON, POUGET, MANQUENE, DE BARRY, C. ARAMBOURG.

En 1939, paraît le travail considérable et resté unique en son genre de M. DALLONI sur les Terrains et les Sols de l'Algérie, consti-

Source : MNHN, Paris

tuant la troisième partie de sa « Géologie appliquée » dans la Collection du Centenaire. C'est un Mémoire de 300 pages étudiant tous les sols, étage par étage, accompagné d'une bibliographie très complète.

Les ressources minérales.

Comme nous l'avons dit, il n'existait aucune industrie minière en 1830. A cet égard, l'Algérie avait mauvaise réputation depuis le temps de Pline qui écrivit : « La Numidie ne produit rien de remarquable, si ce n'est le marbre et les bêtes féroces ». En réalité, des minerais de fer, de plomb et de cuivre ont été exploités à des époques mal déterminées. Ces indices figurent sur l'Atlas archéologique de S. Gsell.

En 1743, le Révérend Thomas Shaw mentionne les suintements de pétrole de Sid Aïssa, les gisements de fer du Djebel Doui, du Zaccar et des districts montagneux de Bougie, le plomb de l'Ouarsenis et du Bou Thaleb. Les premiers inventaires utiles furent ceux de Fournel, de Renou et de Ville.

Nous allons examiner l'histoire de quelques-unes des richesses minérales de l'Algérie : fer, plomb et zinc, charbon (et pétrole).

Les Mines de Fer.

La première concession fut accordée en février 1844. Elle concernait un périmètre contenant les gisements de fer et de cuivre de Mouzaia (Concession Montgolfier). La première exploitation fut entreprise aux environs de Bône, sur les gites signalés par Fournel en 1843. (Concessions de Bou Hamra, Meboudja, Karézas et Aïn Mokra).

La mise en route fut très laborieuse. La définition même des périmètres établis sur des cartes fausses, amenait à ce fait étrange que le grand gisement de fer magnétique d'Aïn Mokra se trouvait à l'extérieur du périmètre... Le travail effectif commença en 1864, lors de la formation de la Société en commandite des mines de fer de Mokta-el-Hadid, qui se transforma en Compagnie des minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, le 26 avril 1879. Les premières tonnes de minerai arrivent sur le port de Bône en 1867. Le gîte de Mokta-el-Hadid, le seul vraiment important de la région de Bône, a été exploité de 1865 à 1904 et il en a été extrait 6.818.955 tonnes.

L'exploitation a commencé plus tard dans la Kabylie des Babors, en 1902, au gisement de Timezrit. Citons encore les amas d'hématite de l'Adrar Gueldaman (1913), de Tadergount (1928), de Bou Amrane (1923). Près de la frontière tunisienne, le grand gisement de l'Ouenza a été exploité à partir de 1919 donnant 11.000 tonnes en 1921 pour arriver à 900.000 en 1929. Bou Kadra appartient à la même Société.

Le grand amas stratiforme du Zaccar (au Nord du Chéliff), connu depuis 1865, ne put être mise en valeur qu'à partir de 1902 et fournit 3 millions de tonnes au cours des trente premières années. Les amas de Rouina furent exploités à partir de 1903.

Source : MNHN, Paris

Ces dates si diverses correspondent à une nécessité économique. Ne pouvant traiter leurs produits sur place, faute de combustible, seuls les gîtes situés près de la mer ont été d'abord exploités. De 1850 à 1880, ce sont donc les gîtes d'Oranie et des régions de Philippeville-Bône, à Beni Saf et Aïn Mokra en particulier. Peu à peu, on exploita le fer jusqu'à 150 km de la côte (Zaccar et Rouina) de 1900 à 1905. Ce n'est qu'après 1920 seulement que l'on pût mettre en valeur les hauts plateaux constantinois (Ouenza est à 190 km de Bône) et à Bou Kadra.

La production totale a atteint 1 million de tonnes en 1922, puis 2 millions de tonnes en 1927. Réduite au moment de la crise de 1930, elle reprit par la suite et a atteint 3 millions de tonnes en 1952.

Les Mines de Plomb et de Zinc.

Les mines les plus anciennement connues sont probablement celles de Garrouban, dans le massif de Tlemcen. On y a retrouvé de vieux travaux ; elles ont été remises en exploitation à diverses reprises depuis 1851, puis elles ont dû être abandonnées.

Dans le département d'Alger, les mines de l'Ouarsenis, reconnues dés 1840, ne furent guère exploitées avant 1890, du fait de leur éloignement. Elles donnent environ 10.000 tonnes de minerai par an, du zinc surtout. Dans le département de Constantine, rappelons les gisements de la Kabylie de Collo et du Nord de la Medjerda (Guergour, Djebel Felten, Mamman Nbails).

Le maximum de la production fut atteint vers 1925, puis retomba et ne dépasse plus le chiffre moyen de 6.000 tonnes de minerai de plomb et 20.000 tonnes de minerai de zinc (5.000 de blende et 15.000 de calamine).

Les Phosphates.

C'est en 1873 qu'un Géologue amateur, le Vétérinaire Philippe Thomas, reconnut l'existence de phosphate de chaux dans l'Eocène de M'Fatah, au Sud de Bogbari, dans le Sud du Tell de la province d'Alger, ce qui n'intéressa personne à l'époque.

Toutefois, dès 1878, Tissot, Ingénieur des Mines à Constantine pressentait l'importance de ces terrains « fertiles en céréales », ce qui « permet de penser que le phosphate de chaux y existe ».

Lorsque Philippe Thomas découvrit des gisements de phosphate de chaux en Tunisie, on se mit à prospecter l'Eocène algérien. Les gisements de la Djidjouia et de Koua sont signalés dès 1887, la plupart des autres du département d'Oran entre 1889 et 1892, et ceux du département de Constantine de 1895 à 1899, mais il s'agissait de phospborites de peu d'intérêt. Les Phospbates du Dyr furent découverts en 1890 et ceux du Kouif en 1892, tous deux dans la région de Tébessa (département de Constantine).

Source : MNHN, Paris

Les financiers s'y intéressèrent tout de suite. Le plateau du Dyr fut l'objet de quatre demandes de concession, dont 3 furent revendues à des Sociétés étrangères. Ces cessions inquiétantes firent scandale à l'époque (on en a vu d'autres depuis) et les Phosphates furent en quelque sorte nationalisés en 1898, c'est-à-dire incorporés aux domaines de l'Etat. Les gîtes seront amodiés après adjudication portant sur la redevance à payer à l'Etat sur chaque tonne de phosphate. L'inventeur est privé de tous droits sur le gisement, mais reçoit pendant 30 ans le dixième des redevances encaissées par l'Etat.

Deux grands centres finirent par s'organiser : Tébessa et Sétif.

Le centre de Tébessa, exploité le premier, donne 20.000 tonnes en 1894 pour arriver à 300.000 tonnes en 1900. Il appartient à la Société des Phosphates de Constantine.

Le centre de Sétif a commencé à se développer en 1902, date de l'amodiation du gisement de Tocqueville à un sieur CHATEAU, lequel le revendit à une Union phosphatière qui le loua pour 20 ans à la Compagnie algérienne des Phosphates. En 1912, il devint la propriété de la Compagnie de Mzaïta.

Un autre centre fut prospecté par L. JOLEAUD, celui du Djebel Onk, au Sud de Tébessa. Il a été acheté en 1930 par la Compagnie des Phosphates de Constantine.

Au total, et après arrangements financiers avec le Maroc, l'Algérie produit 700.000 tonnes de phosphate par an.

Les recherches de Pétrole.

Certains suintements étaient connus depuis l'Antiquité, mais le gisement qui a retenu l'attention des premiers géologues algériens a été celui de Tliouanet, aux environs de Relizane. Reconnu en 1896, étudié par BRIVES, FABRE, NEUBURGER, L. JOLEAUD, M. DALLONI, il a été l'objet de recherches particulières comme tout le bassin du Chélif. Il a même été exploité, avec des productions annuelles de 350 à 3.000 tonnes entre 1915 et 1935, 30 tonnes en 1949, encore un peu plus en 1950, puis définitivement abandonné.

L'autre, le plus ancien d'ailleurs, celui d'Aïn Zeft, fut exploité dès 1874. Il donnait 700 litres par jour. Le groupe Pearson s'y intéressa, fit des forages jusqu'à 700 mètres et renonça à l'exploitation qui ne donnait que 43 tonnes en 1913.

Une petite quantité de sondages fut exécutés en divers points, mais sans aucun résultat.

La véritable prospection n'a commencé qu'après la constitution de la Société Nationale de Recherche et d'Exploitation des Pétroles en Algérie, créée en novembre 1946. Elle dispose de six milliards de capital, donnés par le Gouvernement général de l'Algérie et le Bureau de Recherches de Pétrole.

40 puits ont été forés dans le bassin du Chélif, dont l'un à El Biod, a été arrêté à la profondeur de 4.304 m, *record de l'Ancien Monde*.

Source : MNHN, Paris

L'Oued Guélérini, au Sud d'Aumale, où se trouvent quelques gisements, a été l'objet de 72 sondages dont 51 productifs et 20 en exploitation. La production a été de 50.000 tonnes en 1952.

D'autres recherches ont été effectuées sans résultat dans l'Est constantinois et le bassin du Hodna.

Production minière de l'Algérie en 1953.

Phosphates	602.000	tonnes
Minerai de Fer	3.400.000	—
— de Plomb	11.146	—
— de Zinc	32.000	—
Pyrite de Fer	30.000	—
Charbon	300.000	—
Diatomite	25.000	—

BIBLIOGRAPHIE.

Savornin (J.). — La Géologie algérienne et nord-africaine depuis 1830. 1 vol. in-8°, 395 pages, 22 cartes. Collection du Centenaire de l'Algérie, 1931.

Dussert (D.), Bétier (G.). — Les Mines et les Carrières en Algérie. 1 vol. in-8°, 411 pages, 66 planches, diagrammes. Coll. du Centenaire de l'Algérie, 1932.

Dalloni (M.). — Géologie appliquée de l'Algérie. Métallogénie, Hydrogéologie, Agrogéologie. 1 vol. in-8°, 888 pages, 8 cartes.

Joleaud (L.). — La Géologie et les Mines de la France d'Outremer. Algérie et Tunisie. 1932, 128 pages.

Glangeaud (L.). — Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. *Bull. Service Carte Géol. Algérie*, 1932, (2), Stratigraphie, n° 8. 608 pages, 110 fig., 28 pl., 1 carte. — Unités paléogéographiques et structurales de l'Atlas méditerranéen (Algérie, Maroc, Tunisie). *Actes Soc. linnéenne de Bordeaux*, 1933, t. 85, pp. 173-220, 13 fig., 2 pl., 1 carte.

Laffitte (R.). — Etude géologique de l'Aurès. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 1939, (2), Stratigraphie, n° . 484 pages, 26 fig., 35 cartes et schémas, 1 carte.

Flandrin (J.). — Contribution à l'étude du Nummulitique algérien. 1. Paléontologie. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 1938, 158 p., 25 fig., 15 pl. 2. Stratigraphie. *Ibidem*, 1948, 334 p., 90 fig., 8 pl.

Monographies régionales publiées à l'occasion du XIX° Congrès géologique international. Alger, 1952, 27 fascicules.

Blondel (F.), Daumain (G.). — Bibliographie géologique et minière de la France d'Outre-mer. 2° édition, 1952, tome I, pp. 61-260.

Source : MNHN, Paris

II. TUNISIE.

Avant le Protectorat. 1884-1900 : la Mission d'Exploration scientifique de la Tunisie. G. Le Mesle, G. Rolland, Philippe Thomas. 1900-1914 : Philippe Thomas et Louis Pervinquière. De 1920 à 1945 : M. Solignac, E. Berkaloff, H. Schoeller. Depuis 1945 : J. Archambault, G. Castany. Géologie appliquée : Hydrogéologie et ressources minérales. Bibliographie.

La Tunisie, occupée par les Arabes, puis par les Turcs, restait encore inconnue lors du grand voyage des Naturalistes français Peyssonel et Desfontaines, en Algérie et en Tunisie, en 1725. Comme nous l'avons vu précédemment, leurs observations ne furent publiées qu'un siècle plus tard, en 1838, grâce à Dureau de la Malle. Leur impression sur la Tunisie n'était pas meilleure que sur l'Algérie. Ce pays, qui avait été prospère du temps des Carthaginois et des Romains, était devenu absolument misérable, déboisé, sans eau, inculte.

En 1743, Shaw avait publié ses observations de voyage sur la « Barbarie » et signalé entre autres de curieux Polypiers crétacés (*Aspidiscus cristatus*) au Nord de l'Aurès et en Tunisie aux environs de la vieille ville romaine de Sbeitla. Si le premier gisement est bien exact, il ne semble pas que le second ait été retrouvé.

Il faut attendre 1848 pour obtenir un nouveau renseignement, encore sera-t-il bien limité. Bory de Saint Vincent et Renou signalent des granites dans l'île de la Galite.

En 1860, Coquand, qui était alors Professeur à Marseille, venait de découvrir et de définir l'âge cénomanien de l'*Ostrea Syphax*, dans la province de Constantine. Il en reçut plusieurs exemplaires de Tunisie, du Commandant Delettre, qui les avait recueillis au cours d'une expédition punitive chez les Frechiches. Coquand les détermina ainsi qu'une nouvelle forme (*Ostrea Delettrei*) indiquant ainsi l'existence du Cénomanien en Tunisie. Deux ans plus tard, Coquand recevait de MM. Duportel et Marès un lot de fossiles provenant de Bou Saïdan, au SW de Zaghouan. C'était du Néocomien (qui fut retrouvé, augmenté d'Aptien, par G. Rolland en 1885 et A. Joleaud en 1901).

Telles furent les premières étapes de la découverte géologique en Tunisie.

Avant l'établissement du Protectorat (Traité du Bardo, 1881), il y eut plusieurs expéditions scientifiques : l'Ingénieur E. Fuchs en 1873, le géologue autrichien G. Stache en 1876 et A. Pomel en 1877.

Fuchs a étudié le Nord et le Centre de la Tunisie en 1873. Il parle

Source : MNHN, Paris

du Lias moyen fossilifère de Djeradun et de Takrouna, non loin du Djebel Zaghouan, mais les fossiles furent perdus. Il fut aussi le premier à parler d'Eocène, mais son Rapport est resté dans les Archives des T. P.

En 1876, STACHE visita le Djebel Ressas et le crut dévonien (alors qu'il est jurassique). A. POMEL arriva en 1877, il fit un voyage de reconnaissance et entre autres nouveautés, soupçonna l'existence du Turonien, car il avait trouvé au Djebel Kournine un Rudiste qui « représenterait » cet étage. Le Turonien sera retrouvé à l'Aïn Settara par THOMAS en 1895, puis par F. AUBERT au Dj. Kournine, où il trouva un autre Rudiste qui fut déterminé par DOUVILLÉ comme *Biradiolites lumbricalis*, du Turonien des Charentes.

Dès que le Traité du Rardo fut signé, le Gouvernement français s'efforça de mettre un peu d'ordre.

Un Ingénieur des Mines, F. AUBERT fut chargé d'aller voir s'il y avait des mines autres que les quelques gisements de plomb et de zinc qui avaient été exploités.

1884-1900 : La Mission d'Exploration scientifique de la Tunisie. G. LE MESLE, G. ROLLAND, Philippe THOMAS.

En 1884, le Gouvernement français décida la constitution d'une Mission d'Exploration scientifique de la Tunisie, sous la direction du Dr COSSON, Membre de l'Institut.

Sur la proposition du Muséum d'Histoire Naturelle, le Ministre de l'Instruction Publique enrichit la Mission d'une section géologique, dont la tâche serait de reconnaître tout le pays et d'en dresser une carte géologique et minière provisoire. G. ROLLAND, Ingénieur des Mines, fut choisi en 1884, puis Philippe THOMAS en 1885, et G. LE MESLE en 1887. Ils se partagèrent le territoire : Tunisie centrale et littorale, du Sud de Kairouan jusqu'aux Chotts, puis Nord et Extrême-Sud.

En 1885, G. ROLLAND, accompagné de F. AUBERT, étudia d'abord le Djebel Zaghouan, mais n'y retrouva pas le gisement de Lias indiqué par FUCHS en 1873. C'est un géologue allemand, A. BALTZER qui le retrouva en 1895, suivi de près par FICHEUR et HAUG qui y ajoutèrent un gisement de Jurassique supérieur. ROLLAND et AUBERT explorent ensuite toute la zone littorale jusqu'à Sousse.

En 1888, G. ROLLAND présente à la Société Géologique de France une carte du littoral, ajoutant que le Dr KOBELT a trouvé au Djebel Zaghouan une Ammonite qui a été décrite et figurée par NEUMAYR en 1885, sous le nom de *Perisphinctes Kobelti* et attribuée au Tithonique inférieur. Toutefois, dans une note manuscrite, envoyée par le Service de la Carte Géologique d'Italie, il est dit que dès 1883, M. ZAPPI avait recueilli au Djebel Ressas et au Dj. Zaghouan, beaucoup de fossiles « dont *Ellipsactinia ellipsoidea*, caractéristique du Titbonique ». Depuis cette époque, *Perisphinctes Kobelti* a été retrouvé en Algérie par WELSCH, dans le Séquanien d'Oran.

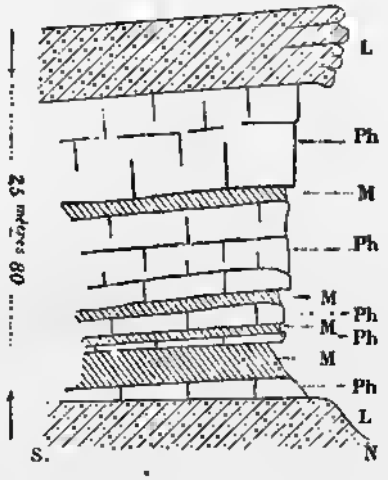
Source : MNHN, Paris

Le dernier itinéraire de ROLLAND fut celui de Kairouan au Kef.

Philippe THOMAS, dès son arrivée, en 1885, découvrit une zone d'Eocène dans la région de Gafsa. Il se souvint de la réflexion que lui avait faite TISSOT en Algérie, en 1878, lui conseillant de rechercher éventuellement du phosphate de chaux dans le Suessonien. Il trouva effectivement un premier gisement important au Djebel Tseldja, puis d'autres sur les deux versants de la chaîne de Gafsa, puis encore jusqu'au Kef.

Philippe THOMAS annonça cette découverte sensationnelle à l'Académie des Sciences, dans une courte note du 7 décembre 1885, puis au Congrès de l'A.F.A.S. en 1886. A partir de ce moment, Philippe THOMAS se consacra en grande partie à la recherche des phosphates. Il en trouva dans le Crétacé supérieur et même dans l'Albien qu'il fut le premier à définir en Tunisie (1886). Il s'en fut assez loin dans le Sud et y trouva des bois silicifiés que FLICHE décrivit comme étant des bois de Conifères (1888).

Ph. THOMAS continua ses recherches et les publia peu à peu, soit seul, soit en collaboration, jusqu'en 1893.



L. — Calcaires à lumachelles d'huîtres.
Ph. — Calcaires phosphatés riches, 10 mètres 05.
M. — Marnes brunes feuilletées.

FIG. 2. — Les niveaux phosphatés de l'oued Metlaoui, près de Gafsa, Tunisie (Philippe THOMAS, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1891).

G. LE MESLE, arrivé le dernier, en 1887, étudia d'abord le Nord, avec le Djebel Zaghouan, puis passa à la région de Kairouan, le Kef et Souk el Arba.

Au Djebel Zaghouan, il n'a pas trouvé non plus le gisement de FUCHS, mais il y retourne en 1888, après la note de G. ROLLAND, retrouve le Lias, le « Tithonique » et des fossiles de l'Oxfordien supérieur.

Source : MNHN, Paris

En 1889, le Chef de Mission, le Dr Cosson, meurt et la Mission semble mourir avec lui, puisqu'il n'est pas remplacé.

Seul, G. Le Mesle est appelé à continuer son travail en fin 1890. Il effectue alors sa dernière mission dans le Sud tunisien, visitant Médenine, les environs de Tatahouine et de Douirat. Ce qui l'avait attiré là était l'idée d'une vérification. En 1881, l'Ingénieur F. Aubert avait trouvé des fossiles dans le Sud tunisien, mais ils ne furent pas étudiés. Plus tard Gauthier les vit, leur trouva un faciès jurassique, sans toutefois pouvoir les déterminer. G. Le Mesle s'en était donc allé dans le Sud pour en trouver d'autres et savoir s'il existait ou non du Jurassique. Il le trouva dans les Ouderna et l'écrivit à la Société Géologique de France, dans une lettre datée de Tatahouine, 27 décembre 1890 : « Je viens d'être assez heureux, écrit-il, pour rencontrer des gisements riches et étendus de Kimeridgien, auprès de Tatahouine, dernier poste français vers la frontière tripolitaine... Cette faune a la plus grande analogie avec la faune classique de Villerville ». Il avait trouvé aussi une quantité de bois silicifiés.

G. Le Mesle terminait cette dure campagne complètement épuisé, « en loques, moralement et matériellement » écrit-il dans son carnet de route. Il prend le bateau le 6 mars 1891 pour rentrer en France, où il mourut en 1895.

En 1897, c'est Emile Haug qui trace la première synthèse tectonique de la Tunisie au Congrès de Carthage de l'Association française pour l'avancement des Sciences.

1900-1914 : Philippe THOMAS et Louis PERVINQUIÈRE.

Nous avons dit que les travaux sur le terrain des membres de la Mission d'Exploration avaient cessé en 1891, à la mort de Le Mesle. G. Rolland était à la retraite et Philippe Thomas rentré en France, bientôt retraité lui aussi (toujours comme Vétérinaire militaire)

L'œuvre allait être brillamment continuée par Louis Pervinquière. Chargé d'une mission d'études dans la Régence, L. Pervinquière parcourut à pied ou à cheval toute la Tunisie centrale en 3 campagnes et soutint en 1903 une Thèse de Doctorat (Etude géologique de la Tunisie centrale) qui a subi sans dommage l'épreuve du temps et reste un document de base pour les géologues d'aujourd'hui. Il fut le premier à reconnaître, en 1903, la similitude des marnes bariolées à gypse et ophite de Tunisie, avec celles d'Algérie et il y découvrit des fossiles du Muschelkalk et du Keuper. Il précisa l'âge des gîtes calaminaires qui remplissaient les failles.

En 1902, il s'était produit un petit événement. Le Ministère de l'Instruction Publique qui avait publié un dernier fascicule de la Mission d'Exploration scientifique en 1893, s'aperçut soudain que cette Mission devait fournir un Inventaire complet et une carte. G. Rolland fut invité à faire ce travail, mais âgé et malade, il demanda à Philippe Thomas de l'entreprendre. Philippe Thomas fut bien embarrassé. Lui-

Source : MNHN, Paris

même avait publié à peu près tout ce qu'il avait à dire, G. Rolland aussi ; quant aux matériaux recueillis par G. Le Mesle, ils avaient disparu depuis longtemps, à l'exception des Echinides étudiés par G. V. Gauthier.

Il restait en contact avec la Tunisie par l'intermédiaire d'un de ses camarades d'études, qu'il avait connu à Montpellier en 1871 : M. Bursaux, Officier du Génie, amateur de Géologie lui aussi à cette epoque, et qui était devenu Directeur technique des Phosphates de Gafsa vers 1902. Bursaux envoyait à Philippe Thomas des coupes et des fossiles.

Pervinquière venait de soutenir sa Thèse.

Philippe Thomas entreprit tout de même la rédaction des trois volumes de son « Essai d'une description géologique de la Tunisie ». Le premier parut en 1907 et c'est une fort belle vue d'ensemble de la Géographie physique de la Tunisie.

Le Tome 2 parut en 1908. Consacré à la « Stratigraphie des terrains paléozoïques et mésozoïques », il est d'un intérêt capital pour toutes les recherches historiques qui sont présentées avec les plus grands détails.

Le Tome 3 ne suivit pas tout de suite. C'est que Philippe Thomas, l'homme qui avait enrichi la Tunisie, mais était resté pauvre, venait de mourir à la tâche, en 1910.

Par bonheur, Louis Pervinquière accepta de terminer l'œuvre. Il trouva un manuscrit assez complet pour pouvoir le publier sans imposer au disparu une collaboration excessive. Au contraire, il se borna à réunir les notes, à les présenter comme le volume précédent, n'y ajoutant personnellement que des notes infrapaginales. Il le fit avec beaucoup de dévouement, car lui aussi était malade. Il termina le manuscrit, en relut les épreuves, les corrigea et mourut à son tour le 11 mai 1913, laissant à Emile Haug le soin d'un Post-Scriptum à l'« Avertissement », informant les lecteurs des étranges conditions de la naissance du Tome III, consacré à la Stratigraphie des terrains tertiaires.

On doit encore à Pervinquière bien des travaux personnels sur la Tunisie, des recherches sur les plages soulevées de Monastir et de Sfax, sur le Jurassique du Dj. Zaghouan et sur l'extrême Sud, jusqu'à Ghadamès (1912).

Deux gros volumes ont matérialisé ses recherches paléontologiques sur les terrains secondaires, le premier consacré aux Céphalopodes (1907) et le second aux Gastéropodes et Lamellibranches crétacés, en 1912.

C'est à cette époque qu'appartiennent aussi les recherches de Flick sur l'Oligocène et de L. de Lamothe sur les dépôts à Strombes de Monastir (1905), les récoltes du Lieutenant Jourdy et du Capitaine Perret dans le Sud (1905) d'où R. Douvillé, L. Pervinquière et J. Lambert décrivent une faune jurassique très peu caractéristique, comme d'habitude.

Source : MNHN, Paris

C'est en 1903 que Paul BÉDÉ commença ses observations sur le Quaternaire de Sfax. Ce Naturaliste, qui devint Correspondant du Muséum, allait étudier la Tunisie pendant 50 ans, publiant peu, mais recueillant des collections très diverses et intéressantes.

De 1920 à 1945 : M. SOLIGNAC, E. BERKALOFF, H. SCHOELLER.

Après la mort de PERVINQUIÈRE, en 1913, la recherche géologique fut pratiquement arrêtée et ne reprit qu'après la fin de la guerre de 1914-18.

Le travail reprend avec M. SOLIGNAC, dont la première note (en 1921) concerne un terrain qui serait bien discuté par la suite, le Sahélien de Tunisie. L'année suivante, le même auteur commence à s'intéresser aux recherches de pétrole auxquelles il consacrera une grande partie de sa carrière. Il s'occupe également de publier la Carte géologique au 200.000e, dont la première feuille, celle de Gafsa, est présentée au Congrès géologique International de 1926. Le Congrès émet le vœu de la publication d'une carte complète de la Tunisie.

En 1927, M. SOLIGNAC soutient sa Thèse de Doctorat sur la géologie de la Tunisie septentrionale, continuant ainsi vers le Nord les travaux de PERVINQUIÈRE, puis publie en 1929-31 une Carte de la Tunisie au 500.000e accompagnée d'une Notice de 77 pages, tandis que P. REUFFLET donne une étude sur l'évolution de l'industrie minérale en Tunisie.

Le Service continue à sortir des feuilles au 200.000e levées par M. SOLIGNAC et ses collaborateurs, P. BÉDÉ, E. BERKALOFF, J. BÉZIERS, E. LAROQUE, E. MAURIN, G. PLANCHON, H. SCHOELLER, P. VASSALO, P. VOLPÉRIÈRE. En 1936, 21 feuilles étaient parues, couvrant tout le pays à l'exception de l'Extrême-Sud, qui sera vu en 1941 et 1942 par G. CHOUBERT et A. ROBAUX.

Une des découvertes essentielles de cette époque fut celle du Permien marin à Fusulines par E. BERKALOFF, en 1932. Le Permien marin affleure au Djebel Tebaga de Médenine, au pied de la Falaise des Monts de Matmata. BERKALOFF l'y découvrit au pied de la montée de Toujane et en publia une première description en collaboration avec H. DOUVILLÉ et M. SOLIGNAC. Depuis, les faunes ont été enrichies et leur étude a été complétée par G. MATHIEU en 1950.

C'est encore à E. BERKALOFF que l'on doit l'identification du Trias à *Equisetum mytharum* et Myophories au Djebel Hairech, dans le Nord-Ouest de l'Atlas tunisien. Il s'agit d'ailleurs d'un faciès si particulier que les premiers auteurs (P. TERMIER et M. SOLIGNAC) l'attribuèrent d'abord au Silurien.

De la même époque datent les travaux de H. SCHOELLER, qui s'est surtout consacré à l'Hydrogéologie.

En 1938, parut la Thèse V. STCHÉPINSKY, consacrée à l'étude du « Sahélien de Tunisie », des environs de Bizerte. Toutefois en 1948, R. LAFFITTE a démontré avec des arguments stratigraphiques et

Source : MNHN, Paris

paléontologiques que ce Sahélien n'existait pas, que le prétendu Sahélien de Bizerte était Pliocène comme en Kabylie, comme dans le Sahel d'Alger.

Enfin, R. VAUFREY a attiré l'attention sur les plissements acheuléomoustériens des alluvions de Gafsa (1934).

Depuis 1945.

Une nouvelle période d'activité s'ouvre après la guerre, sous la direction de J. ARCHAMBAULT d'abord, puis de G. CASTANY.

L'œuvre de J. ARCHAMBAULT concerne surtout l'hydrogéologie.

G. CASTANY a tout d'abord étudié la stratigraphie, la paléogéographie et la tectonique de l'Atlas tunisien. Il a résumé ses observations dans sa Thèse de Doctorat (1951). C'est la première fois que la paléogéographie pouvait être exposée complètement. Quant à l'étude structurale, elle est extrêmement nouvelle. L. GENTIL (1924), M. SOLIGNAC, L. JOLEAUD et d'autres avaient bien tenté de définir les grandes lignes et même L. JOLEAUD (1936) avait pu montrer la correspondance entre les massifs primaires de Kabylie et la zone de la Galite. Les travaux de P. FALLOT et L. GLANGEAUD ont leurs répercussions en Tunisie et G. CASTANY réussit à relier parfaitement les structures de Tunisie à celles d'Algérie, définissant quatre grandes zones, soit du Nord au Sud : I) La Galite correspondant au Bourrelet liminaire ou Zone 1 ; II) Zone de Kroumirie-Nefza marquée par le « Flysch nummulitique » de GLANGEAUD, et correspondant à l'Atlas tellien ; III) L'Atlas tunisien, qui fait suite à l'Atlas saharien d'Algérie et se décompose en sept zones. IV) Le Sahara continental limité au Nord par une zone de subsidence, qui au Nord du Djérid est l'homologue de la fosse sud-aurasienne. Il montre l'importance des mouvements très récents, immédiatement antérieurs au Tyrrhénien, suivis de cette phase post-orogénique tyrrhénienne qui a encore provoqué un rajeunissement du relief, la déformation des couches à Strombes de Monastir et même l'ascension des diapyrs.

De son côté M. ARNOULD démontre l'inexistence du Sahélien de Bizerte et étudie le Pliocène, tandis que M^me^ ARNOULD-SAGET se consacre à la Paléontologie. C'est également la Paléontologie qui attire C. ARAMBOURG dont les études sur les faunes de Mammifères tertiaires et quaternaires s'étendent à toute l'Afrique du Nord. A. F. DE LAPPARENT poursuit l'étude du « Continental intercalaire » dans le Sud tunisien, et du Trias de la frontière de Tripolitaine, il découvre des Dinosauriens et des Poissons dans le Crétacé inférieur, puis décrit avec E. BOUREAU des structures de *Weichselia reticulata* trouvées en place dans le Jurassique, alors qu'elles n'étaient connues que dans le Crétacé inférieur dans tous les pays du monde. Un des bois fossiles albiens recueillis par A. F. DE LAPPARENT, décrit par E. BOUREAU (1954) montre des caractères communs aux Ptéridophytes et aux Monocotylédones, semblant établir une transition entre les deux grands groupes, posant ainsi un problème phylogénétique important.

Source : MNHN, Paris

Le XIX[e] Congrès géologique international (1952) fut l'occasion de la publication d'une série de Monographies régionales, où nous trouvons les noms de G. CASTANY et de ses collaborateurs Ch. GOTTIS et P. SAINFELD, R. DEGALLIER et Ch. DOMERGUE, J. BOLZE et P. BUROLLET, E. DUMON et P. LOSSEL, L. VISSE étudie la genèse des gîtes phosphatés, R. DEGALLIER le Miocène de la Tunisie centrale, P. BELLAIR et A. JAUZEIN le Grand Erg Oriental.

Enfin, G. CASTANY présente une deuxième édition de la Carte géologique de la Tunisie, au 500.000[e], accompagnée d'une Notice explicative de 150 pages et 14 planches qui est une véritable monographie de la Régence, présentant la stratigraphie, la pétrographie, la tectonique, la paléogéographie et les ressources minérales (1953). En 1954, CASTANY étudie l'accident sud-tunisien et ses relations avec l'accident sud-atlasique d'Algérie.

Géologie appliquée.

HYDROGÉOLOGIE.

Les recherches hydrogéologiques ont été très poussées en Tunisie. On doit à P. GAUCKLER une enquête sur les installations hydrauliques romaines en Tunisie, dont 9 fascicules sont parus entre 1897 et 1912. En 1953, J. TIXERONT, Chef du Service de l'Hydraulique et des Aménagements ruraux a publié des chiffres fort intéressants sur l'alimentation en eau de Carthage, Hadrumète (Sousse), Thysdrus (El Djem), Suffetula (Sbeitla), etc... On doit au même auteur de nombreux travaux sur l'érosion du sol et l'hydraulique.

L'hydrogéologie a été le domaine de H. SCHOELLER depuis 1934. Collaborant avec le Service de l'Hydraulique, il publie en 1941 la première feuille de la Carte hydrogéologique de la Tunisie au 50.000[e]. La même année, M. GOSSELIN, Directeur des Travaux Publics, présente une étude sur l'Hydraulique en Tunisie, qui sera suivie, dix ans plus tard par un Inventaire des Ressources hydrauliques.

En 1947, G. ARCHAMBAULT, Chef du Service Géologique, consacre le premier volume des « Annales des Mines et de la Géologie » à l'Hydrogéologie tunisienne qu'il a étudiée pendant plusieurs années. A. ROBAUX et G. CHOUBERT publient 5 feuilles au 200.000[e] sur l'hydrogéologie du Sud tunisien. Encore en 1948, G. CASTANY donne un Mémoire sur les fosses d'effondrement de la Tunisie, sur les grandes plaines, comblées de sédiments, puis sur les seuils hydrauliques.

Vingt feuilles de la Carte hydrogéologique sont levées portant toutes les indications lithologiques et hydrologiques utiles, accompagnées de précieuses notices.

Les forages ont été multipliés et on peut voir comment la Direction des Travaux Publics et le Service Géologique ont permis à la Tunisie de vivre malgré l'augmentation du nombre d'habitants.

Source : MNHN, Paris

A l'occasion du XIX[e] Congrès international de Géologie, G. Castany, R. Degallier, Ch. Domergue, Ch. Gottis et R. Strohl ont publié deux monographies sur les grands problèmes d'hydrogéologie et sur les grands barrages de la Tunisie.

Les ressources minérales.

Plomb et zinc.

Certaines mines ont été exploitées très tôt, sans que l'on sache par qui, le Djebel Ressas par exemple. Il n'y a aucun indice permettant d'affirmer que les Carthaginois aient exploité des mines. Les premières lampes trouvées dans les travaux anciens datent du II-III[e] siècles de notre ère et un historien comme St. Gsell pense que la période active fut le Moyen Age. L'invasion arabe du VII[e] siècle arrêta tout. Les textes arabes ne font mention de mines (Ouenza et autres, sur la frontière algéro-tunisienne) que vers le X[e] siècle.

Au XV[e] siècle, le Flamand Adorne signale la mine de Plomb du Djebel Ressas (juin 1470), puis l'activité se ralentit et c'est l'Europe qui exporte du Plomb en Tunisie. Au XVIII[e] siècle, nous avons les récits de Peyssonel (1724) et d'Hebenstrei (1732) qui décrivent la mine du Khanguet et de Shaw qui parle du Djebel Ressas.

Au XIX[e] siècle, lors de l'arrivée des Français, il n'y avait aucune exploitation en activité. En 1884, Levat était frappé de voir les gîtes de zinc toujours liés aux « gypses éruptifs » et aux « ophites », comme en Algérie. Pervinquière y ajouta l'âge : triasique, en remarquant que les gisements calaminaires étaient liés à des failles.

Toutefois P. Termier, Conseil de plusieurs sociétés minières, pensait que le Trias était charrié. Il n'y avait pas lieu de rechercher des minerais en profondeur. Cette idée dura de 1895 à 1914. En 1913 déjà, L. De Launay faisait quelques réserves et J. Berthier, en 1914, pensait que la minéralisation était triasique, mais qu'elle avait été cédée aux terrains voisins par l'intermédiaire des eaux de circulation.

Comme on le sait, P. Termier reconnut lui-même son erreur. Le développement minier suivait son cours, en tenant compte des observations des géologues locaux. L. Joleaud en particulier, montra que plusieurs gîtes tunisiens étaient liés à des fractures intéressant le Miocène, et il précisait en 1932 que la minéralisation était d'âge alpin.

E. Bruet (1932-33), F. Blondel (1935), L. Calembert (1941), J. Bouladon (1950), J. Bolze et H. Schneiderhoehn (1951) ont étudié les conditions chimiques et tectoniques des gisements de zinc et de plomb de la Régence.

La phase d'exploitation de 1894 à 1914 fut marquée par une ascension continue avec des maxima de 37.000 tonnes de minerai de zinc et 60.000 de plomb en 1912. Tout fut arrêté de 1930 à 1936 pendant la crise économique. La production actuelle est revenue à un niveau normal.

Source : MNHN, Paris

Fer.

Le gisement de Fer le plus important est celui du Djebel Djerissa, à 50 km au Sud du Kef, à proximité de la frontière algérienne, et à 220 km de Tunis. Découvert par Philippe THOMAS, c'est apparemment un gite de substitution dans l'Aptien. Au-dessous du niveau hydrostatique, le minerai est de la sidérite, laquelle, grillée, donne jusqu'à 61 % de Fer.

De 1908 à 1950, la mine de Djerissa a produit plus de 15 millions de tonnes de minerai à plus de 50 % de Fer, c'est-à-dire les 4/5 de la production de la Tunisie entière.

En 1950, les réserves étaient évaluées à plus de 15 millions de tonnes.

Les Phosphates.

C'est en avril 1886 que Philippe THOMAS découvrit les phosphates de chaux dans les montagnes voisines de Gafsa. Leur mise en valeur rencontra beaucoup de difficultés. Il fallut 3 mises en adjudication, dont deux sans résultat, pour que fut enfin signée, le 8 août 1896, une convention avec la Compagnie de Gafsa, qui devint pendant un certain temps le plus important producteur de phosphates du monde entier. La Compagnie envisageait d'ailleurs la construction et l'exploitation d'une voie ferrée de 243 km, reliant la mine de Metlaoui au port de Sfax. La ligne fut ouverte à l'exploitation le 20 novembre 1899. En 1910, la mine de Metlaoui donna 800.000 tonnes de phosphate.

A 25 km à l'WNW de Metlaoui, se trouve la mine de Redeyef, exploitée depuis 1907, donnant 500.000 tonnes en 1910. A 30 km plus au nord, c'est la mine d'Aïn Moularès exploitée après la guerre de 1914.

L'ensemble de la Tunisie produisit plus d'un million de tonnes en 1910 et arriva à un maximum de 3 millions de tonnes en 1927. Devant la concurrence du Maroc (et de l'Amérique), les producteurs de Tunisie se groupèrent avec ceux d'Algérie et signèrent un accord avec l'Office Chérifien des Phosphates, prévoyant un marché commun et une caisse de péréquation. Cet accord sauvait les Phosphates de Tunisie et en même temps la population, qui eut été réduite à la famine et au brigandage, comme avant le Protectorat français.

Depuis 1950, la production moyenne annuelle est de 1.500.000 tonnes.

Les recherches du pétrole.

En 1935, H. DE CIZANCOURT a mis au point l'historique des recherches.

Les indices visibles sont tous localisés en Tunisie septentrionale : le suintement d'Aïn Rhelal dans les marnes helvétiennes, celui de

Source : MNHN, Paris

Sloughia dans les grés vindoboniens, le bitume de la région de Bizerte, le suintement du Kef bou Debbous dans le Crétacé et des traces de bitume en divers points.

En 1909, le suintement d'Aïn Rhelal attire les prospecteurs et on y fait un forage de 73 mètres. En 1917, deux autres sont faits à 71 et 96 m., puis encore en un 1920-21, à 800 m. cette fois.

Le suintement de Sloughia eut l'honneur de quelques sondages entre 1911 et 1919, jusqu'à 206 m., sans résultat.

Par contre, en 1924, la Standard « franco-américaine » fora un sondage de 1564 m. sur le dôme du Cap Bon. Il a traversé le Miocène, l'Eocène et une partie du Crétacé, sans trouver de pétrole.

En 1930, les travaux reprennent à la suite de la constitution du Syndicat d'Etudes et de Recherches pétrolières constitué sur l'initiative de l'Office National des Combustibles liquides, avec la participation du Gouvernement tunisien et de la Compagnie française des pétroles. Les mêmes indices furent reprospectés sans plus de résultat.

Il faut attendre l'après 2e guerre pour voir de véritables prospections.

La SEREPT (Sté de Recherches et d'exploitation des Pétroles de Tunisie) est créée en 1946 au capital de 8 milliards, fournis par le Gouvernement français (B.R.P.), la Régence de Tunisie et la Cie française des Pétroles.

En 1948, la SEREPT sonde l'anticlinal du Cap Bon jusqu'à 3.336 mètres et à défaut de pétrole, rencontre une nappe de gaz estimée à 200 millions de mètres cubes, qui servira à alimenter la ville de Tunis pendant quelques années. Dans le Sud, des forages ont atteint 3.790 m., sans résultat.

La Compagnie des Pétroles de Tunisie (CPDT = Royal Dutch 65 %) opère dans la région de Sousse-Kairouan.

La Société Nord-africaine des Pétroles (SNAP = Amérique 65 %) a exécuté un forage de plus de 3.500 m. au Nord de Sfax et un autre à Djerba.

La question du pétrole sera donc résolue définitivement d'ici quelques années.

La production minière de la Tunisie en 1953.

Minerai de fer	1.057.050	tonnes
Phosphates	1.718.530	—
Minerai de Plomb	38.000	—
Minerai de Zinc	6.600	—

BIBLIOGRAPHIE.

THOMAS (Philippe). — Essai d'une description géologique de la Tunisie. 3 volumes in-8, 1907, 1908, 1913.

PERVINQUIÈRE (L.). — Etude géologique de la Tunisie centrale (Thèse). 1903.

SOLIGNAC (M.). — Etude géologique de la Tunisie septentrionale (Thèse). 1927.

Source : MNHN, Paris

CASTANY (G.). — Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental (Thèse), 1951.
ARCHAMBAULT (J.). — Hydrogéologie tunisienne. *Ann. Mines et Géologie*, Tunis, 1947, n° 1.
BLONDEL (F.) et DAUMAIN (G.). — Bibliographie géologique et minière de la France d'Outre-Mer. 2e édition, 1952, tome I, Tunisie, pp. 261-331.
Monographies régionales publiées à l'occasion du XIXe Congrès Géologique International, 1952.
CASTANY (G.). — Carte géotogique de la Tunisie au 500.000e et Notice explicative. 1953, 143 pages, 14 planches.
CASTANY (G.). — L'accident sud-tunisien, son âge et ses relations avec l'accident sud-atlasique d'Algérie. *C. R. Ac. Sc.*, 1954, t. 238, pp. 916-918.

Source : MNHN, Paris

III. MAROC.

Le XIX[e] siècle. La grande époque (1900-1918) : Brives, Gentil, Lemoine. Les grandes découvertes stratigraphiques. La géologie marocaine depuis 1920. A. Le Maroc central. B. Le Rif. C. L'Anti-Atlas. Géologie appliquée (Manganèse, Plomb, Cobalt, Fer, les Phosphates, le Charbon, le Pétrole, la production minière du Maroc en 1953). Bibliographie.

En dehors des renseignements des géographes arabes et portugais, il faut attendre le début du XIX[e] siècle pour savoir quelque chose du Maroc.

C'est d'abord le grand voyageur espagnol, BADIA, qui, dissimulé sous le nom d'Ali Bey el Abassi, parcourut tout le Nord de l'Afrique et montra le premier que l'Atlas était séparé du Rif par un sillon profond.

Après lui, René CAILLIÉ traversa l'Atlas au Tizi n Telr'emt, à son retour de Tombouctou.

En 1829, le Lt WASHINGTON accompagne une ambassade britannique, de Mazagan à Marrakech. Il publie une notice géographique augmentée de quelques observations lithologiques.

Quelques Européens se hasardent sur les pistes de Fès et de Marrakech, dans le Zerhoun et dans l'Atlas, mais le pays insoumis, le Bled Siba, reste très fermé. En 1836, un Anglais, DAVIDSON, voulut y pénétrer, mais il fut assassiné au bout de quelques jours.

Il était réservé à un géologue français d'apporter les premiers renseignements géologiques valables. En 1846, R. COQUAND réussit à travailler pendant quatre mois dans le Nord du Maroc, définissant la nature du sillon sud-rifain et l'arc décrit par le Rif. Il rapporte des Trilobites du Djebel Haries, au Sud du Djebel Musa.

Entre 1846 et 1860, on trouve plusieurs noms de voyageurs. C'est d'abord un Sénégalais, Léopold PANET, qui fait un voyage de St Louis à Mogador, puis BEAUMIER, Consul de France à Mogador, qui dès 1854, explore la côte jusqu'à Mazagan. G. ROHLFS (1861-63) traverse l'Atlas et l'Anti-Atlas sans apporter beaucoup de précisions nouvelles.

Th. HODGKIN (1863-64) étudie la plaine de Marrakech, puis le Consul BEAUMIER fait un voyage de Mogador à Marrakech. Le Botaniste BALANSA était du voyage ; il atteint les premiers chaînons de l'Atlas en 1867 (sans pouvoir le franchir), découvre une flore du Carbonifère inférieur à Moulay Brahim.

Source : MNHN, Paris

Trois ans plus tard, un ingénieur belge, DESGUIN, réeolte des fossiles dans le Nord-Ouest ; ils sont étudiés par MOURLON.

En 1871, le géologue G. MAW accompagne la Mission anglaise HOOKER, de Mogador à Marrakeeh, mais malheureusement, le chef de mission avait du prendre l'engagement de ne pas reeueillir d'échantillons. MAW déerouvrit le Néoeomien de Safi et le Pliocène à *Rotuloidea* de la falaise des Juifs (Djorf et Youdi), ajoutant des renseignements sur l'Atlas, et donnant le nom d'Anti-Atlas à une chaine apereue au loin vers le Sud.

En 1874, le Dr BLEICHER, médecin de l'Amhassade de Franee, fait quelques observations au cours d'un voyage d'Oran à Tanger, par Meknès.

En 1878, le Chemin des Ambassades, de Tanger à Fès par Ksar el Kébir, est géographiquement exploré et déerit par DECUGIS, DESPORTES et FRANÇOIS dans le Bulletin de la Société de Géographie de Paris.

L'année suivante, le Géologue autriehien Oskar LENZ, déguisé en Arabe, va se rendre dans le Bled Siba, à partir du Rif. De Fedala, il aecomplit la première étape de son voyage saharien : Marrakeeh, Taroudant et Tindouf. On lui doit, entre autres, la déeouverte du Carbonifère marin à *Productus* de l'Anti-Atlas (déterminations de G. STACHE).

Un Français voulut l'imiter, DOULS, qui réussit un premier voyage dans le bled Siba en 1887, mais fut assassiné au seeond, en 1889, en Algérie.

Géographes et géologues allemands ne sont pas absents. Ce furent d'abord K. von FRITSCH et REIN, en 1872, puis Joachim von PFEIL et Theobald FISCHER, qui visitent le Gharb, le Zerhoun, le plateau de Kasba ben Ahmed.

En 1883-84, le vieomte DE FOUCAULD, déguisé en Juif, réussit un voyage étonnant. Il traverse l'Atlas, à l'Ouest des routes de CAILLIÉ et de ROHLFS, atteint le bassin du Dra, voyage dans l'Anti-Atlas occidental, revient par le Haut-Atlas oriental et le bassin de la Moulouya. Les très beaux résultats de son voyage sont consignés dans les deux volumes de « Reeonnaissance au Maroe », publiés en 1889.

Il reste à signaler une tentative de DUVEYRIER qui voulut visiter le Rif en 1886, mais dut se contenter de suivre la côte de la frontière algérienne jusqu'à Melilla, puis la Mission THOMSON en 1899, qui pénétra dans l'Atlas, y déeouvrant des plis d'âge hercynien, montrant la grande extension des terrains secondaires au Maroc.

La grande époque (1900-1918) : BRIVES, GENTIL, LEMOINE.

L'anarchie qui sévissait au Maroe n'empêchait pas la curiosité des Européens.

Dès 1901, le marquis de SEGONZAC part pour le Sud, déguisé en Arabe. Il s'en fut assez loin, jusque dans l'Anti-Atlas, mais il y fut capturé.

Source : MNHN, Paris

En 1903, Buchet commence ses voyages dans le Nord Marocain. Les grandes Compagnies minières s'intéressent au Maroc. La Cie de Mokta el Hadid charge de mission A. Brives, le futur Professeur à la Faculté des Sciences d'Alger, puis A. Braly et C. Duny.

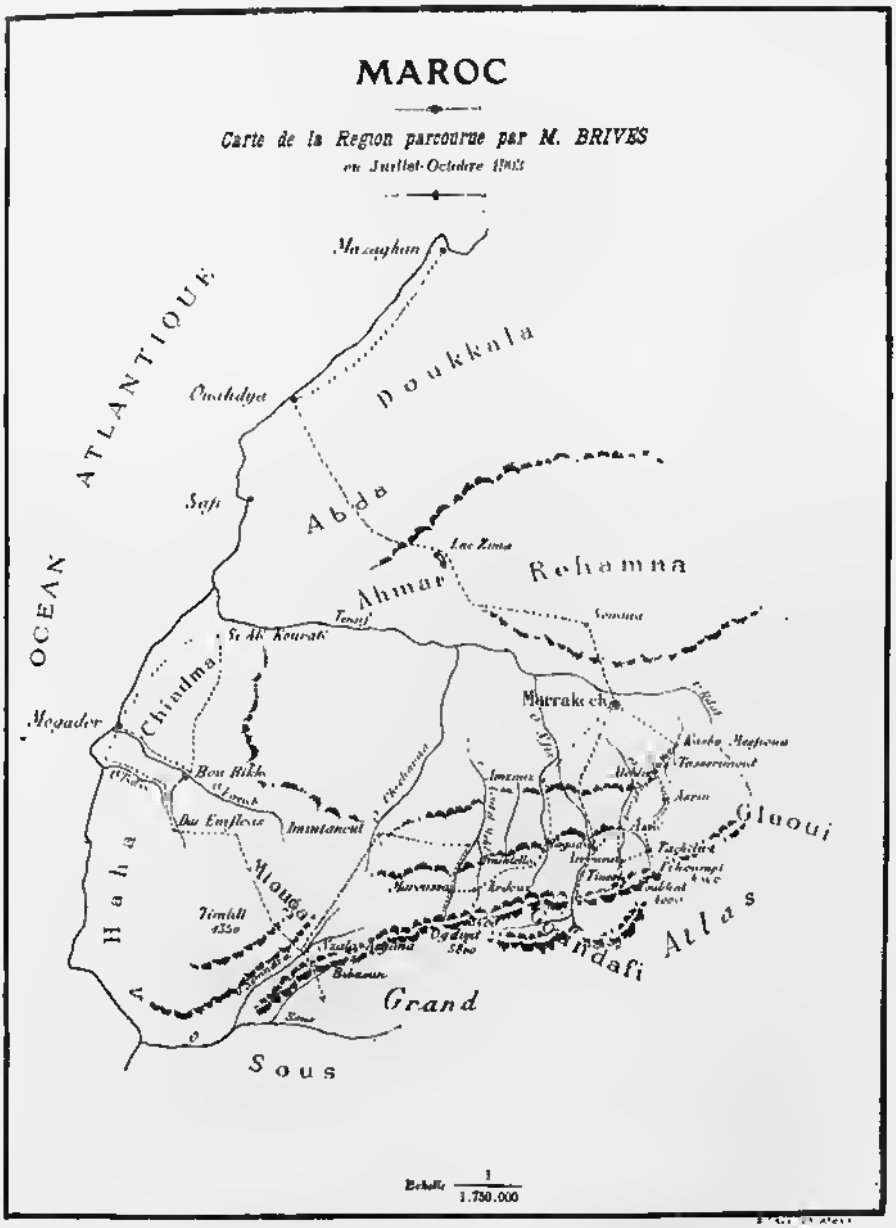


Fig. 3. — Itinéraires d'A. Brives au Maroc en 1903.

Source : MNHN, Paris

De décembre 1901 à juillet 1907, BRIVES fit cinq voyages, totalisant vingt mois de séjour, parcourant des régions réputées impénétrables, à une époque fort troublée. BRIVES attribua sa réussite à ces faits : qu'il voyageait vêtu à l'européenne, souvent accompagné de sa femme, qu'il soignait volontiers quelques malades et qu'il n'avait d'autre arme que son marteau de géologue.

Son activité ne cessa que pendant les quelques jours qui suivirent l'assassinat du Dr MAUCHAMP à Marrakech (1907). Le mois suivant, il pénétrait dans la haute vallée du N'Fis, où un jeune géologue, Maxime COUTIN serait assassiné en 1925.

L'état d'anarchie grandissante qui régnait obligea la France et l'Espagne à intervenir en 1904, ce qui provoqua la Conférence d'Algésiras en 1906 et l'organisation du Protectorat franco-espagnol.

Dès 1904, au lendemain de l'intervention française, Paul LEMOINE, Chargé de Mission par le Comité du Maroc, parcourut la région comprise entre Mogador, Marrakech et Safi, et traversa l'Atlas à la hauteur de Telouat.

P. LEMOINE découvrit le Jurassique à Brachiopodes du Djebel Hadid, le Barrêmien à Ammonites d'Aghbalou, l'Aptien d'Amismiz, le Cénomanien inférieur du Sud de Mogador, le Cénomanien du Dj. Tamerzagh, le Maestrichtien de la zaouia Labssen. Il raccorde ses itinéraires avec ceux de BRIVES. Abordant la tectonique de l'Atlas, il fait cette remarque importante qu'il y a une grande différence d'allure entre le matériel hercynien rigide et les plissements des niveaux postérieurs au Trias. Comme P. DESPUJOLS l'a remarqué, « en dissociant le matériel hercynien du matériel alpin, P. LEMOINE appliquait, 25 ans en avance, les idées d'ARGAND sur les plis de fond et les plis de couverture ».

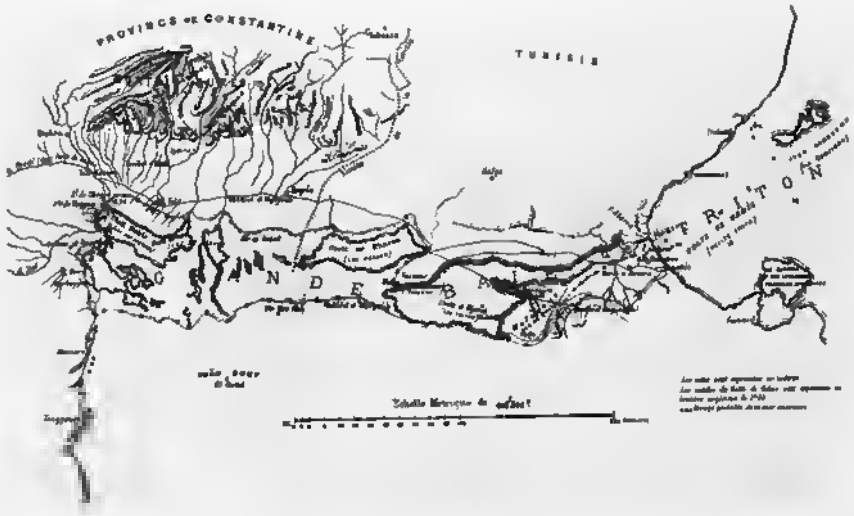
En 1904 encore, un troisième géologue débarquait à Mogador. C'était Louis GENTIL, l'illustre explorateur qui allait consacrer sa vie à la géologie marocaine.

Membre de la deuxième mission DE SEGONZAC, L. GENTIL veut naturellement visiter la zone interdite. Connaissant bien la langue et les mœurs du pays, il endosse la djellaba marocaine et réussit à circuler déguisé en mendiant, accompagné de deux serviteurs considérés comme sûrs. Il ne faut pas poser de questions, ni prendre de notes, ni échantillonner devant témoins.

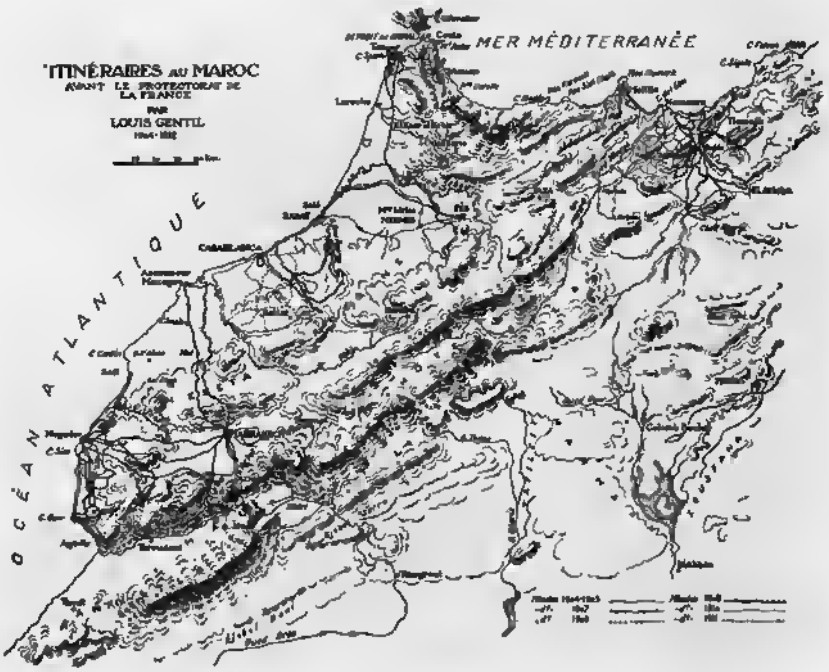
Au cours de ses voyages étonnants, en 1904 et 1905, L. GENTIL traversa six fois l'Atlas, découvrant de nombreux gisements fossilifères : Silurien à Graptolithes des Aït Mdioual, Dinantien marin des Aït Iguernan (complétant le Culm à Végétaux de BALANSA), etc... En 1907, son voyage dans le Sud est interrompu par l'assassinat du Dr MAUCHAMP. Il accompagne le Général LYAUTEY à Rabat, visite la Chaouia, puis les Beni Snassen (1907-8) découvrant un Jurassique complet.

Puis ainsi tous les ans, jusqu'à sa mort en 1925. En 1909, L. GENTIL visite le Pays des Zaers, puis se rend de Rabat à Tanger et de Safi à Agadir. En 1910, il est dans le Nord. Entre deux, la situation in-

Source : MNHN, Paris



1. Extension de la « mer saharienne » (d'après le capitaine ROUDAIRE, 1874).



2. Itinéraires de Louis GENTIL au Maroc (1904-1911).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU
MUSÉUM
D'HIST.
NATUR.

Source : MNHN, Paris

térieure s'améliorait peu et les massacres de Fés en avril 1912 provoquèrent l'occupation effective de toute la zone française. Le Général LYAUTEY, nommé Résident Général, nomme L. GENTIL Conseiller scientifique du Protectorat. La même année L. GENTIL publie son livre « Le Maroc Physique » et une Carte géologique au 1/2.500.000e. C'est parce qu'il a consacré de longues années de sa vie à l'étude géologique et minière du Maroc, que Louis GENTIL a fini par être considéré comme *le* géologue du Maroc. Une ville porte son nom en hommage. C'est donc pendant cette période extrêmement troublée que géologues et prospecteurs ont étudié et défini les grandes lignes de la géologie marocaine. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

Comme nous l'avons dit, c'est la recherche minière qui provoqua les premières missions.

Il n'y eut pas que des Français, car l'Allemagne s'intéressait vivement aux richesses éventuelles du Maroc, au minerai de fer en particulier. C'est ici que se situe l'épisode des frères MANNESSMANN.

En 1906, l'aîné des six frères, Reinhardt, commença le travail. Il fut vite rejoint par quatre de ses frères et tous parcoururent le Maroc de 1907 à 1913, malgré les dangers qui les menaçaient constamment. Alfred échappa difficilement à la mort dans le Sous, Robert et Otto furent assiégés dans Taroudant et les guides de Reinhardt furent fusillés en 1912. Leur mission fut complétée par sept ingénieurs et minéralogistes, six prospecteurs et six mineurs européens, avec le concours de centaines d'indigènes rétribués pour tout renseignement utile. Dès le 25 octobre 1906, Renihardt indiquait au Sultan 789 points minéralisés (ce qui ne correspondait d'ailleurs pas à des exploitations éventuelles). Ils prépareront une loi minière, permettant de leur accorder des concessions. Le tout fut arrangé par un firman d'octobre 1908. Le 7 décembre, le nouveau Sultan, MOULAY HAFID, confirma les actes d'octobre, mais des juristes estimèrent que ces actes étaient contraires à l'article 112 de l'acte d'Algésiras. L'affaire resta en suspens jusqu'à la guerre de 1914, qui y mit un point final.

Du côté français, un groupe minier avait été créé dès 1904 qui devint l'Union Minière Marocaine fondée par E. CARBONNEL. C'était un groupe international.

Entre 1907 et 1911, les gîtes déclarés dans les consulats français comprenaient déjà : le fer du Djebel Hadid et du Tazeroualt, le plomb du bassin d'Oudjda et de Bou Arfa, le manganèse du bassin d'Oudjda et Bou Arfa, le phosphate d'El Boroudj, etc., sans compter le pétrole du Fokra, signalé dès 1880. C'était le travail de 130 particuliers ou sociétés.

Il y eut aussi les pétroles du Tselfat réclamés par la Sté PEARSON and Sons, de Londres.

Les grandes découvertes stratigraphiques.

Il est intéressant de suivre la découverte des différents étages dans ce pays resté complétement inconnu jusqu'aux dernières années

Source : MNHN, Paris

du XIX[e] siècle. Au cours de l'étape qui se termine après la guerre de 1914-18, les acquisitions furent considérables.

Le *Cambrien* fossilifère fut découvert par G. Lecointre en 1917, aux environs même de Casablanca, dans les schistes de la plateforme littorale de Sidi Abdallah bel Hadj. Il y a là 1.000 mètres de schistes acadiens à *Paradoxides*. L'année suivante, L. Gentil retrouva le Cambrien dans les Djebilet.

L'*Ordovicien* est resté longtemps douteux, tandis que le *Gothlandien* à Graptolithes est découvert (pour la première fois en Afrique du Nord), par L. Gentil en 1905, au Sud de Demnat dans le Haut-Atlas, tandis que A. Brives signale en même temps le faciès à Orthocères du col des Bibaouns.

Le *Dévonien* à *Spirifer cultrijugatus* est découvert en 1905 par A. Brives, dans le Haut-Atlas, à l'Est du col des Bibaouns, puis par L. Gentil vers l'Asif Ida ou Merouan. Au point de vue historique, on peut encore signaler une note de H. Douvillé (en 1910) indiquant la découverte d'un fossile dévonien par Jordan au SE de Boulhaut, mais le fossile n'a jamais pu être retrouvé pour vérification.

Le *Carbonifère* continental est trouvé tout d'abord par Balansa à Moulay Brahim, en 1867. Le Carbonifère marin fut découvert dès 1871 par G. Maw, dans la région d'Amismiz (Haut Atlas), puis par Oskar Lenz dans l'Anti-Atlas en 1881. Il sera retrouvé dans l'Atlas par A. Brives et L. Gentil. Quant au bassin houiller de Djerada, son existence fut signalée par Louis Gentil dès 1908.

Le *Permo-Trias* avec ses conglomérats, grès, argiles gypsifères et salifères, fut reconnu de bonne heure, mais dès le début de l'exploration, Brives, Gentil et Lemoine ont fait la critique de ces « couches rouges » que l'on trouve si souvent et deviennent une source d'erreurs.

Le *Lias* et le *Dogger* ont été découverts par L. Gentil dans le Maroc du Nord (1908) ; le *Callovo-Oxfordien* par P. Lemoine au Djebel Hadid (1905) puis par P. Lemoine et L. Gentil dont les observations simultanées ont été publiées dans un mémoire en collaboration (1905) ; le *Lusitanien* du Djebel Hadid par Brives en 1905 (mais il le crut crétacé) ; le *Jurassique terminal* par Brives et Gentil au Sud de Mogador.

La découverte du Crétacé présente aussi quelques singularités. Le *Valanginien* fut trouvé par Brives au cours de ses premiers voyages au Maroc occidental, mais il ne le savait pas, du fait que ses fossiles n'avaient pas été déterminés correctement (1905) ; inversement, E. Roch a retrouvé dans la collection L. Gentil, à la Sorbonne, des Ammonites valanginiennes déterminées (probablement par W. Kilian) et qui étaient restées inédites.

L'*Hauterivien* est connu depuis 1906 et même depuis plus longtemps si l'on interprète, comme l'a fait E. Roch, les premières publications de Brives et de Lemoine. Toutefois, L. Gentil et W. Kilian en publièrent la première liste de fossiles à l'Académie des Sciences, en 1906, en précisant qu'il s'agissait de l'Hauterivien.

Source : MNHN, Paris

La première mention de *Barrémien* est due à A. Pomel qui le découvrit en 1876 à Mogador (calcaires à Huîtres). L'étage fut précisé par P. Lemoine en 1905 dans les falaises d'Aghbalou, puis par L. Gentil et W. Kilian en 1906.

L'*Aptien* certain revient à P. Lemoine (1905). La même année, Brives avait déterminé *Exogyra aquila* dans les falaises de Safi, indiquant que les assises supérieures, parfois discordantes, appartiennent au Cénomanien à *Acanthoceras Mantelli*. En réalité cet *Acanthoceras* est un *Douvilleiceras* du groupe *Martini* et il n'y a pas d'Aptien à Safi (Roch).

En 1906, L. Gentil et W. Kilian publient une liste de Céphalopodes des Ida ou Tanan.

Brives et Braly, W. Kilian et L. Gentil mentionnent l'existence de l'*Albien* en 1906, tandis que A. Brives et P. Lemoine définissent à peu près en même temps le *Cénomanien* du Maroc occidental en 1905. Le Turonien, représenté par des calcaires durs à silex et *Astarte Seguenzae*, est publié en 1906 par Brives et Braly, tandis que la découverte du *Maestrichien* appartient à P. Lemoine (Est de Mogador, 1905).

A. Brives est le premier auteur qui ait cité la présence d'*Eocène* au Maroc, dès 1902, entre Mazagan et Rabat. Le 6 février 1905, il précisait la découverte d'*Eocène inférieur* à 30 km à l'Est de Mogador. Il développa des idées à la Société Géologique de France en même temps que L. Gentil et P. Lemoine qui rentraient aussi du Maroc et avaient suivi d'autres itinéraires. Puis en 1908, A. Brives mentionne pour la première fois l'existence d'un niveau phosphaté au Maroc.

L'*Aquitanien* ne fut défini qu'en 1920 par J. Savornin et P. Russo. Il s'agit qu'un Aquitanien continental, constitué de conglomérats roses et rouges que tous les auteurs précédents avaient placés tantôt dans le Trias et tantôt dans le Quaternaire.

Le *Miocène* marin a été signalé à Agadir par W. Kilian (en 1917) d'après les récoltes du Sergent Reboul, semblant confirmer une ancienne indication de Brives (1909), mais le gisement n'a pas été retrouvé.

Quant au *Pliocène*, sa présence a été reconnue au Maroc occidental par A. Brives dès 1904, puis l'année suivante par L. Gentil et P. Lemoine.

Telles sont les principales étapes de la première exploration du Maroc. La littérature géologique de toute cette époque nous montre l'activité incroyable des premiers géologues, leurs découvertes plus ou moins simultanées, les priorités disputées, les apports constants.

La géologie marocaine depuis 1920.

Pour la commodité de l'exposé, nous diviserons maintenant le territoire marocain en trois régions : le Maroc central, le Rif et l'Anti-Atlas.

Source : MNHN, Paris

A. Le Maroc Central.

Aprés la guerre de 1914-18, nous retrouvons G. Lecointre qui continue ses études sur la Meseta marocaine (Thése, 1926), s'intéressant particulièrement au Primaire et au Quaternaire. Dés 1918, il distingue deux faunes différentes dans le Quaternaire de Casablanca ; une faune ancienne, de type chilo-péruvien et sénégalais, à *Trochatella trochiformis* et une autre plus récente, marquée par l'abondance de *Purpura haemastoma* et de *Patella safiana*. Il met en doute la stricte exactitude des chronologies établies par Depéret et Lamothe, s'appuyant sur l'eustatisme. En 1926, L. Joleaud fait remarquer que l'altitude actuelle des plages quaternaires ne peut s'expliquer que par des déformations tectoniques.

Le Service des Mines, dirigé par P. Despujols, organise le levé régulier de la Carte géologique, avec la collaboration d'une équipe de géologues : J. Barthoux, J. Bourcart, G. Lecointre, J. Marçais, L. Moret, L. Neltner, E. Roch, P. Russo, H. Termier, et plus tard G. Choubert et d'autres encore.

Dès 1924, J. Barthoux consacre une longue note à la question des couches rouges, dont on commençait à savoir qu'elles étaient de tous les âges et pas seulement permo-triasiques. J. Savornin dans le Grand Atlas, Beaugé et Joleaud dans le Prérif avaient trouvé des couches rouges aquitaniennes tandis que G. Lecointre en signalait dans le Carbonifére. Le comportement du Trias est si particulier que sa position est parfois incertaine. R. Abrard et L. Lutaud le montrent dans le Maroc occidental et E. Roch en 1930 revisera toutes ces notions. On sait qu'il y eut des terrains rouges à toutes les époques, depuis le Cambrien jusqu'au Quaternaire, et que la couleur n'est pas un repère stratigraphique.

En 1927, J. Bourcart prend la succession de L. Gentil à la Mission géologique permanente au Maroc et commence ses études sur le Quaternaire. Il montre tout de suite que la transgression pliocène avait envahi la côte marocaine, que toute cette côte était bordée de plages quaternaires et que cela excluait toute relation terrestre avec une éventuelle « Atlantide », dont on reparlait beaucoup à cette époque. En dehors de nombreuses études sur le Quaternaire et de sa découverte des calcaires cambriens à *Archaeocyathus* dans l'Anti-Atlas, on doit à J. Bourcart des reconnaissances dans le Territoire autonome du Tadla (1934) et dans les confins autonomes du Dra (1935).

En 1930, M. Antoine commence à trouver des industries lithiques dans le Quaternaire marocain, puis J. Marçais (dont les travaux ont surtout porté sur le Rif) recueille en 1934 les fragments du crâne de l'homme fossile des grès dunaires de Rabat. Il se situe quelque part vers la fin de la glaciation rissienne et sera étudié dix ans plus tard par H. Vallois.

Une série de Thèses marquent cette époque. Ce sont d'abord celles de P. Russo, en 1926, sur les Territoires des Hauts-Plateaux et de

Source : MNHN, Paris

F. Daguin en 1927, sur la zone prérifaine. C'est ensuite celle d'E. Roch sur la région méridionale du Maroc occidental (1930) définissant l'Acadien à *Archaeocyathus* des Djebilet, le Silurien moyen du Ht Atlas, découvrant le Stéphanien à *Pecopteris*, un Jurassique rutilant, un Berriasien à *Spiticeras* et donnant la première série de cartes paléogéographiques.

En 1931, la Thèse de L. Moret traite de l'Atlas de Marrakech, le divisant en trois zones, dont une, axiale, est composée de terrains primaires et de batolithes granitiques. L'Atlas est un grand pli de fond de terrains anciens, avec une couverture discordante à partir du Stéphanien.

Depuis 1925, Henri Termier étudie le Maroc central et l'Atlas septentrional. On lui doit la découverte d'Autunien fossilifère dans la Vallée Rouge de Kenifra en 1930, puis à Bou Achouch, près d'Oulmès. La flore à *Walchia* et *Pecopteris* a été décrite par A. Carpentier. En 1936, H. Termier résume ses observations dans sa Thèse de Doctorat (3 volumes, 1566 pages et 1 Atlas de planches et tableaux) traitant les terrains primaires et le Permo-Trias, les terrains post-triasiques, la paléontologie et la pétrographie, enrichissant son travail d'une revision des connaissances acquises sur l'ensemble du Maroc et du Sahara nord-occidental. L'auteur distingue quatre phases hercyniennes et apporte la preuve de mouvements antécénomaniens.

Parmi les grands travaux de Paléontologie, on ne peut que rappeler ceux de C. Arambourg sur les Vertébrés, de Mgr Delépine sur les Goniatites, de G. Dubar sur les faunes du Lias, de M^lle^ D. Le Maître sur les Spongiomorphidés du Lias et les faunes dévoniennes, puis encore ceux d'E. Ennouchi et de L. Joleaud sur les faunes quaternaires et la géographie zoologique, de L. Moret sur des faunes paléocènes bien curieuses du versant Sud de l'Atlas de Marrakech, de R. Neuville et Rühlmann sur le Quaternaire de Casablanca, de P. Hupé sur les Trilobites, de G. Waterlot sur les Graptolithes, de P. Lehman sur les Poissons cuirassés et enfin de H. et M^me^ G. Termier dans leurs volumes de Paléontologie marocaine (depuis 1947). En ce qui concerne la paléobotanique, nous citerons les mémoires de W. J. Jongmans sur le versant Sud du Haut-Atlas, de B. Owooenko sur le bassin houiller de Djerada.

Depuis 1934, on trouve le nom de G. Choubert associé à de nombreuses découvertes sur tous les points du Maroc. En dehors de ses travaux sur l'Anti-Atlas, on peut citer ses mémoires sur le Pontien du Maroc (Essai de synthèse orogénique du Maroc atlasique) (1945), sur le Précambrien et le Quaternaire continental et côtier où il rejoint les travaux de J. Bourcart et G. Lecointre. En 1951, parait le mémoire de M. Gigout sur la Meseta marocaine occidentale (arrière pays de Casablanca, Mazagan et Safi).

En 1950, le Service Géologique publie un mémoire essentiel : l'Histoire stratigraphique du Maroc, par Edouard Roch (435 pages in-4°, 22 planches paléogéographiques), qui devient l'ouvrage de base pour toutes les études de géologie marocaine.

Source : MNHN, Paris

Enfin, le Congrès Géologique International de 1952 a provoqué la publication d'une série de Monographies régionales, parmi lesquelles un Aperçu structural par G. Choubert et J. Marçais, des études de Géomorphologie par J. Dresch, M. Gigout, F. Joly, J. Le Coz et R. Raynal. Dans le même temps paraît la carte géologique de l'Afrique du Nord-Ouest au 2.000.000e ; la zone marocaine est l'œuvre de G. Choubert, sauf pour la zone rifaine, due à J. Marçais et G. Suter. La Bibliographie complète est publiée par F. Blondel et G. Daumain.

Hydrogéologie.

Les premiers géologues se sont évidemment occupés d'hydrogéologie, mais les premières recherches officielles datent de 1924, quand le Général Naulin, à la demande du Service de Santé, créa un organisme d'étude des eaux utilisées par les troupes, sous la direction du Dr P. Russo. En 1926, le Dr Liouville reconstitua ce bureau militaire qui devint le Bureau hydrologique de l'Institut Scientifique chérifien. L'activité du Dr et de Mme P. Russo se poursuivit inlassablement pendant de longues années. En 1931, était créé le Comité d'Etudes des Eaux souterraines, qui publiera des études de P. Russo, B. Yovanovitch, Bonjean, Carle, Célerier, Derove, Dumont, Frey, Landesque.

Après la famine de 1937, sous l'influence de P. Fallot, J. Bourcart et M. Despujols, une « Mission Hydrogéologique du Maroc » fut créée, sous la direction d'A. Robaux. Ce nouvel organisme devint le « Centre des Etudes Hydrogéologiques » et intégré au Service Géologique, placé sous l'autorité de J. Marçais.

La tâche du nouveau Service est immense, puisque le Maroc est un pays à climat semi-aride.

Une partie de ses travaux a été matérialisée à l'occasion du XIXe Congrès géologique international, sous la forme d'une Monographie sur l'Hydrogéologie du Maroc, écrite par A. Robaux et dix collaborateurs : R. Ambroggi, E. Bolelli, R. Bourgin, G. Choubert, J. Margat, M. Nerat de Lesguise, H. Roederer, E. Stretta, P. Taltasse, G. Thuille.

B. Le Rif.

Le Rif est une région bien particulière du Maroc, qui présente cette difficulté au point de vue de notre Historique, d'être administré par deux pays, la France et l'Espagne. La géologie ne connaît pas de frontières et les géologues espagnols et français ont heureusement collaboré très amicalement, ce qui a permis à P. Fallot d'exposer l'ensemble de la géotogie de la zone rifaine dès 1932.

Toutefois, nous ne devons pas empiéter ici sur la zone espagnole. En ce qui concerne la zone française, nous rappelons les noms déjà cités de Coquand, de Bleicher et de L. Gentil pour le XtXe siècle et

Source : MNHN, Paris

le début du XX^{e}, mais la géologie du Rif (zone française) est essentiellement due à J. Bourcart, F. Daguin, P. Fallot, J. Lacoste, J. Marçais, P. Russo.

De Ceuta, le Paléozoïque forme un arc de cercle en bordure de la côte méditerranéenne. Cet arc est limité à l'extérieur par une chaîne calcaire et dolomitique étroite, la dorsale calcaire du Rif.

Là, sur le Permo-Trias, vient un ensemble dolomitique où le seul repère est un niveau aalénien, avec quelques lambeaux de Jurassique moyen et supérieur, puis des niveaux à *Aptychus*.

A l'extérieur de la chaîne calcaire, se trouve le Flysch tertiaire. Au centre de la chaîne, sous la bordure du Flysch, apparaît une série marno-calcaire noire, dans laquelle J. Marçais a trouvé une série jurassique complète : calcaires liasiques, calcaires du Jurassique moyen, Callovien fossilifère, Oxfordien, Kimmeridgien et Portlandien.

Quarante kilomètres plus à l'Ouest, le D^{r} et M^{me} P. Russo avaient déjà signalé des couches à *Rosalina Linnei* au sommet de la formation qui se trouve ainsi complète du Lias au Crétacé supérieur.

La question se posait de la continuité de la sédimentation sous le même faciès au début du Nummulitique. J. Marçais y a trouvé des Foraminifères lutétiens et un conglomérat de base séparant le Lutétien du Crétacé.

Au Sud du Rif oriental, il y a du Crétacé inférieur et moyen qui passe à l'Ouest au Flysch crétacé signalé par J. Lacoste, et dans lequel J. Bourcart a trouvé des Ammonites dans la région d'Ouezzan.

L'interprétation de cette région difficile a été longtemps discutée. Au cours de la première phase, L. Gentil, L. Joleaud et M. Lugeon y voyaient un empitement de grandes nappes de style alpin. Les géologues algériens préféraient des schémas moins tourmentés. C'est à F. Daguin que revient le mérite d'avoir montré l'existence d'une nappe superposée aux rides prérifaines autochtones. J. Lacoste ensuite, par réaction bien naturelle contre l'abus des nappes, leur substitua un jeu de sillons et de rides mobiles, cassés par la suite, avec intervention de Trias.

Par la suite, J. Lacoste continua ses travaux en liaison avec P. Fallot et J. Marçais et admit certains déplacements tangentiels. On aboutit toutefois à un schéma bien différent de celui des premiers auteurs, qui ne possédaient pas encore d'informations stratigraphiques suffisantes. En 1932 et 1933, les publications de P. Fallot et de L. Glangeaud sur la structure de l'Afrique du Nord permirent d'encadrer la zone rifaine.

En 1937, P. Fallot publie son « Essai sur la géologie du Rif septentrional » (553 pages, 100 fig., 24 pl.) suivi en 1939 de « La Cordillera del Rif » (817 pages, 215 fig., 1 atlas) écrit en collaboration avec A. Marin.

On voit maintenant que le domaine rifain est de type alpin, tant par sa stratigraphie que par sa structure. On y distingue deux massifs anciens charriés sur la dorsale calcaire, puis à l'extérieur une zone

Source : MNHN, Paris

marno-schisteuse débitée en écailles et chevauchant elle-même la Nappe pré-rifaine encore plus externe, qui s'étale sur la bordure du domaine berbère.

C'est encore à P. FALLOT que l'on doit « Les Cordillères Bétiques », ce mémoire magistral exposant les rapports du Maroc et de l'Espagne et tout le problème du détroit de Gibraltar (1948).

C. L'ANTI-ATLAS.

L'Anti-Atlas, situé dans le Sud marocain, au Sud de la grande faille sud-atlasique, a été étudié plus tardivement que les zones plus accessibles du Maroc. La totalité n'en fut pacifiée qu'en 1934. Il appartient au domaine saharien.

L'historique de son exploration géologique a été publié par G. CHOUBERT en 1952 et nous ne ferons qu'en résumer les grandes lignes.

Deux missions importantes travaillent dans l'Anti-Atlas : celle de L. GENTIL qui traverse tout le pays jusqu'à Tata en 1923 et celle de F. DAGUIN et P. DESPUJOLS dans les Hamadas de Bou-Denib et du Guir.

Ensuite, l'exploration systématique est entreprise par quatre géologues : J. BOURCART, L. NELTNER, J. BONDON et L. CLARIOND.

Les grandes dates de cette reconnaissance furent la découverte du Cambrien à Archaeocyathidés d'Aglou, près de Tiznit par J. BOURCART en 1926, puis par L. NELTNER à Tioute en 1928, par J. BONDON dans l'Est en 1932, avec une faune de Trilobites. En 1934, le Cambrien du Sahro est étudié par BONDON, CLARIOND et NELTNER.

L'Ordovicien fut daté par J. DUBOIS en 1931 et J. BONDON trouva des Trilobites dans les quartzites du Bani en 1932. Les premiers Graptolithes gothlandiens furent signalés en 1934, dans le Sahro, par BONDON, CLARIOND et NELTNER.

L. NELTNER a donné un Mémoire fort important en 1938, sur ses études géologiques dans le Sud marocain, accompagné d'une carte au 500.000e.

J. BOURCART a publié une série de Notes, une étude sur les Archaeocyathidés (avec G. LE VILLAIN) en 1931 et le récit de ses explorations du Sous au Dra (1938).

On rappellera la découverte ancienne du Dévonien dans le Tafilelt par le Commandant POIRMEUR en 1919, puis J. BARTHOUX en 1924 ; enfin les études paléontologiques de H. TERMIER.

Enfin, c'est dans l'Anti-Atlas que fut découvert le Précambrien du Maroc, par L. NELTNER, en 1929. Ce Précambrien était certain, puisqu'il se voit sous le Cambrien fossilifère et discordant. L. NELTNER le décrivit dans l'Anti-Atlas et les plateaux du Dra, y précisant deux niveaux, appelés Archéen et Algonkien, sans prétendre rapprocher ces formations de celles qui sont décrites sous les mêmes termes dans d'autres pays du monde.

Source : MNHN, Paris

Les conglomérats et les taves, discordants sur ce Précambrien, sont comparés au Keweenaw américain et considérés comme « Cambrien ancien » sans préjuger d'ailleurs de leur âge précis.

Le Précambrien sera ensuite repris par divers auteurs, dont G. CHOUBERT, qui en établira une nouvelle échelle, par comparaison avec ce que l'on savait des régions situées plus au Sud, en Mauritanie.

On a dès lors un Précambrien I (série des Zenaga), formé de schistes et micaschistes, avec venues granitiques, qui serait comparable au Birrimien de l'Ouest africain ; puis un Précambrien II, constitué de quartzites et de calcaires oolithiques à Algues calcaires, des schistes, avec des venues granitiques. Le Précambrien III (série de Ouarzazate) correspond au Cambrien ancien de NELTNER. Ce sont des conglomérats, des grés, des schistes, des lentilles calcaires à Stromatolithes (*Conophyton*), des formations volcaniques avec prédominance de rhyolithes. Ce Précambrien III est comparé par G. CHOUBERT à de l'Infracambrien ou au Falémien de l'A.O.F.

Depuis 1936.

Après la pacification de l'Anti-Atlas, le travail régulier fut entrepris par deux missions organisées par le Service des Mines et de la Carte géologique du Maroc : la Mission de l'Or avec L. THIÉBAUT et celle d'Hydrogéologie dirigée par A. RORAUX. G. CHOUBERT fit partie des deux, et mit sur pied une stratigraphie trés nouvelle du Précambrien.

Des travaux paléontologiques furent publiés par Mgr G. DELÉPINE sur les Goniatites du Carbonifére, par M^lle^ D. LE MAÎTRE sur les faunes du Dévonien inférieur et moyen, tandis que G. WATERLOT étudia les Graptolithes et L. CLARIOND les Goniatites dévoniennes.

Aprés la guerre de 1939-45, géologues du Maroc et de la Métropole rivalisent d'activité.

J. AGARD prospecte le Précambrien, J. BOULADON le manganèse, G. JOURAVSKY le cobalt de Bou Azzer et le manganése, Ph. MORIN le mica et le béryl, F. PERMINGEAT l'or du Sahro et la scheelite de Bou Azzer.

De France viennent H. GAUTHIER qui étudie le sillon pré-africain, R. LAVOCAT qui se consacre aux Dinosauriens du Continental intercalaire, infracrétacé et au Tertiaire de la Hamada du Guir et du Dra, P. HUPÉ qui récolte systématiquement les Trilobites du Géorgien et J. P. LEHMAN les Poissons cuirassés du Tafilalet.

La Paléontologie doit aussi beaucoup à H. TERMIER et à M^me^ G. TERMIER qui dans le Tome 2 de leur *Paléontologie marocaine* ont largement figuré les faunes du Sud marocain recueillies par tous les géologues ; et à P. JODOT, dont les savantes études snr les Gastéropodes d'eau douce ont apporté bien des éclaircissements.

Source : MNHN, Paris

Géologie appliquée.

Les ressources minérales du Maroc ont été passées en revue dans deux Monographies parues en 1952, toujours à l'occasion du XIX^e^ Congrès géologique international : L'industrie minière du Maroc par L. Eyssautier et la Géologie des gîtes minéraux marocains par J. Agard, J. Bouladon, J. Destombes, O. Horon, A. Jeannette, G. Jouravsky, R. G. Levy, Ph. Morin, R. Mousse, B. Owodenko, F. Permingeat, E. Raguin, H. Salvan, W. van Leckwijck.

On trouvera dans ces deux livres tous les renseignements désirables.

Rappelons seulement que si la recherche minière a fait l'objet de nombreuses missions, c'est en 1937 que H. Termier commençait l'étude du massif granitique d'Oulmès et que devenu chef du Service Géologique, il y créait en 1941 une Section d'Etudes des Gites minéraux. Des Métropolitains comme E. Raguin, L. Thiébaut, le Chanoine Gaudefroy, et d'autres ont apporté leur collaboration.

Enfin, la prospection a été facilitée depuis 1938, par les possibilités financières et juridiques du Bureau de Recherches et de Participations minières (B.R.P.M.), qui peut organiser des recherches, soit seul, soit en association avec des intérêts privés.

Les substances minérales intéressantes sont le Charbon, le Pétrole, les Phosphates, le Plomb et le Zinc, le Manganèse, le Cobalt et le Fer.

Manganèse.

Le Maroc se classe maintenant au cinquième rang des pays producteurs de Manganèse, avec une production annuelle de l'ordre de 400.000 tonnes de minerai. L'histoire du Manganèse marocain est étroitement liée à l'établissement des voies de communication, car la plupart des gisements sont éloignés de la côte.

Le premier gisement exploité fut celui des environs d'Oudjda, en 1919. Le gisement de Bou Arfa fut alors prospecté, à 300 km plus au Sud. Il fut exploité à partir de 1930, lorsque la voie ferrée le relia à Oudjda. Il s'agit ici d'un gîte de substitution dans des calcaires dolomitiques du Lias.

En 1929, les gisements de l'Imini, sur le versant Sud du Haut-Atlas, connus depuis 1918, sont prospectés. Ce sont les plus riches du Maroc, localisés dans des grès dolomitiques cénomaniens. Le minerai est transporté en camion jusqu'à la gare de Marrakech, à 175 km de la mine.

Plomb.

Le district d'Oudjda est actuellement le plus riche en Plomb. Il s'agit de minerai de substitution dans les calcaires dolomitiques du Lias. Les deux grandes mines sont celles de Bou Beker (40.000 tonnes

Source : MNHN, Paris

par an) et de Touissit (20.000 tonnes). C'est là que se trouvent les 4/5 des réserves en plomb du Maroc. Le gite de Mibladen et celui d'Aouli, dans la haute Moulouya (district de Midelt) fournissent chacun plus de 10.000 tonnes de minerai par an.

Ces mines ont été rééquipées depuis 1945. La plus grande partie du matériel de mine et de laverie ayant dû être commandé aux Etats-Unis, certains groupes ont emprunté des dollars à l'Administration Américaine de Coopération Economique et ceux-ci sont remboursables en minerai, qui est directement exporté sur l'Amérique.

Cobalt.

Le district cobaltifère de Bou Azzer, fait du Maroc le troisième producteur du monde. Situé à 170 km au SE de Marrakech, le gisement, d'origine hydrothermale, est lié à des serpentines précambriennes. Le Cobalt de Bou Azzer, connu avant 1930, a été mis en exploitation dès 1932 et il a donné 6.000 tonnes de minerai en 1953.

Fer.

Il existe de nombreux gisements de Fer au Maroc, mais ils se trouvent généralement trop éloignés des voies ferrées et des ports.

La plus grande mine est actuellement celle des Aït Amar, à 110 km SE de Casablanca. Son exploitation a été rendue possible par le voisinage de la voie ferrée d'Oued Zem. Elle produit 500.000 tonnes par an.

Plus loin, se trouve un gisement plus important, celui de Kbenifra, qui ne sera mis en valeur que lorsque le minerai pourra être évacué.

Les Phosphates.

C'est le 6 février 1905 que A. Brives annonçait à l'Académie des Sciences la découverte de l'Eocène inférieur à 30 km à l'Est de Mogador. Il développa ses idées à la Société Géologique de France en même temps que L. Gentil et P. Lemoine qui rentraient aussi du Maroc, mais avaient suivi d'autres itinéraires. P. Lemoine fit remarquer « l'extrême importance de l'étude du Suessonien, à cause de la recherche des phosphates ».

A. Brives retourna au Maroc en 1906 et en 1907. Le 21 avril 1908, il fait une nouvelle communication à l'Académie, annonçant cette fois la découverte de phosphate de chaux au flanc du plateau de Guergouri, au Sud de Marrakech. Or, cette communication n'intéressa aucunement les Sociétés algéro-tunisiennes, car là-dessus comme sur le charbon, il y avait une doctrine officielle, orthodoxe : les mers éocènes

Source : MNHN, Paris

situées à l'Ouest d'Alger devaient être des mers profondes, ne favorisant pas les dépôts phosphatés comme les mers peu profondes de l'Algérie orientale et de la Tunisie.

Dans ses « Voyages au Maroc », publiés en 1909, BRIVES complète la carte des affleurements et conclut à la présence du Suessonien au plateau d'El Boroudj, d'après ce qu'il avait vu sur la rive droite de l'Oum er Rebia.

C'est effectivement là que deux prospecteurs J. COMBELAS et P. LAMOLINERIE trouvèrent des dents de Squales dans des déblais de puits indigènes et demandèrent des concessions à l'Ouest d'El Boroudj. Comme il n'existait pas de Service des Mines, aucun organisme ne se crut autorisé à leur donner satisfaction et ils ne purent même pas faire valoir leurs droits par la suite...

Le 18 janvier 1917, le Commandant BURSAUX, un ancien collaborateur de Philippe THOMAS, venu à Oued Zem pour étudier un tracé de voie ferrée, visita la carrière de sable du poste militaire et constata que c'était du phosphate de chaux. Il rendit compte au Général LYAUTEY, qui prit la décision de faire prospecter directement les phosphates, puisque les Compagnies privées ne s'y intéressaient pas. Les recherches furent poussées à fond. Dès septembre 1917, une mission composée du Commandant BURSAUX, de Louis GENTIL, F. MALET et G. SAVRY se rendit à El Boroudj, pour le compte du Service des Mines. A. BRIVES en 1919, M. SOLIGNAC et J. SAVORNIN en 1920, puis le Dr RUSSO, prospectèrent largement. La zone située entre El Boroudj et Oued Zem contenait de grandes quantités de phosphates à 75 %.

En 1920, l'exploitation des phosphates fut réservée à l'Etat chérifien, par un simple dahir du 7 août, qui, merveille de concision, tenait en deux pages. En 1921, une Régie d'Etat était créée sous le nom d'Office des Phosphates, complétement autonome, jouissant de la personnalité civile, géré par un Directeur général sous le contrôle d'un Conseil d'Administration. Il est chargé de l'exploration et de l'exploitation technique et commerciale, il est inscrit au Registre du Commerce et soumis aux impôts. Ce fut une entreprise brillante, dont l'histoire et le fonctionnement modèle ont été soigneusement étudiés par J. GUILLEMIN, dans sa Thèse de Doctorat en Droit de 1928. Depuis cette époque, la réussite s'est affirmée constamment.

L'exploitation commença dès 1921 à Oued Zem, à 100 km au SE de Casablanca et le centre de Kourigba commença à être équipé.

La prospection continue ; le gisement des Ganntour, puis le prolongement des Ouled Abdoun vers l'Est de Tadla. En 1922, L. GENTIL, L. JOLEAUD, J. SAVORNIN étudient la possibilité de phosphates crétacés. Ces études seront complétées par les Thèses de Doctorat de E. ROCH (1930), L. MORET (1931) et P. RUSSO (1932). Il fut dès lors avéré que la série phosphatée commençait dès le Crétacé (dès le Cénomanien), mais qu'elle s'enrichissait dans le Maestrichtien et surtout dans l'Eocène inférieur.

Plus tard, C. ARAMBOURG pourra préciser très exactement les niveaux phosphatés crétacés et tertiaires.

Source : MNHN, Paris

Enfin, on ne saurait parler des Phosphates marocains sans rappeler le nom d'A. Beaugé, l'éminent Directeur de l'Office Chérifien, Ingénieur et Géologue, qui n'a cessé d'encourager les recherches géologiques, en leur apportant son appui intellectuel et matériel.

Les tonnages disponibles sont énormes, plus de cent millions de tonnes à teneur supérieure à 75 % et bien plus encore entre 50 et 70 %.

Après le gisement d'Oued Zem dont le phosphate est évacué sur Casablanca, le gisement des Ganntour fut mis en route en 1928. Le nouveau centre reçut le nom de Louis-Gentil en hommage à la mémoire de l'explorateur.

On trouvera partout les statistiques de l'exploitation, nous n'en citerons que quelques dates :

1921	8.232	tonnes
1930	1.000.000	—
1950	3.800.000	—
1953	+4.000.000	—

Le Charbon.

L'existence d'un bassin houiller à Djerada, au Sud d'Oudjda, fut signalé dès 1908 par Louis Gentil, mais il eut le même sort que celui du Sud-oranais découvert par Flamand. Ce n'est que 20 ans plus tard qu'une Société belge en entreprit la prospection. A. Brichant y découvrit des empreintes de *Nevropteris* qui précisèrent l'âge westphalien des couches. On y reconnut plusieurs niveaux de charbon, de l'anthracite de bonne qualité. D'autres Sociétés firent des recherches dans les régions voisines et toutes se groupèrent en une « Société Chérifienne des Charbonnages de Djerada », dans laquelle le B.R P.M. se réservait une participation de 30 % (1930).

L'exploitation commença en 1931 et donna 50.000 tonnes en 1936 et 100.000 en 1937.

H. Termier, G. Delépine, L. Clarionn ont étudié ce bassin houiller marocain, qui a fait l'objet d'un mémoire très complet de B. Owodenko en 1947.

Il a été complètement rééquipé grâce aux capitaux fournis en grande partie par le B.R.P.M. et l'ancienne société s'est transformée en « Charbonnages nord-africains ».

La production a atteint 400.000 tonnes en 1951, dépassé 500.000 en 1953.

Pétrole.

Les indices sont assez abondants pour avoir attiré l'attention depuis fort longtemps. Le suintement du Fokra, au N de l'oued Sebou, fut étudié dès 1880 par un ingénieur français, Condé. Les indigènes détruisirent la machine et en portèrent les débris en ex-voto au marabout voisin.

Source : MNHN, Paris

A partir de 1912, des groupes étrangers étudient le Tselfat et des ingénieurs français exécutent 2 forages (13 et 17 mètres). C'est après 1918 que s'ouvre l'ère des recherches, sous l'impulsion du Général Lyautey. Gentil, Joleaud, Lugeon font une première reconnaissance géologique et deux Sociétés se partagent les points présumés pétrolifères. De 1918 à 1928, le Tselfat surtout attire l'attention. Sa géologie est étudiée (R. Abrard et B. Yovanovitch), mais tout le monde renonce à trouver du pétrole.

En 1928, le B.R.P.M. nouvellement créé rachetait la plus grande partie des permis, puis en mars 1929, le B.R.P.M. et la « Financo » constituent la Société Chérifienne des Pétroles, puis en juillet 1929, une convention est signée entre le B.R.P.M. et l'Office National de Recherches des Combustibles liquides, organisant un Syndicat d'Etudes et de Recherches.

Les recherches reprennent avec des moyens plus puissants. L'exploration du Tselfat reprit et aboutit à l'éruption mémorable de mars 1934, qui fit croire à l'existence d'un gisement important. Il n'en était malheureusement rien. L'intérêt se reporta sur les rides de la plaine du Rharb, mais on ne trouva que peu de chose avant 1945. En 1947, la Société Chérifienne des Pétroles pourvue de nouveaux appareils de forage, explora la région de l'oued Beth et finit par trouver du pétrole. Une petite raffinerie fut installée à Petitjean. D'autres gisements ont été découverts par la suite. La production a atteint 75.000 tonnes en 1951 et 100.000 en 1952.

La production minière du Maroc en 1953.

Charbon		565.000	tonnes
Minerai de	Cobalt	6.020	—
—	Cuivre	3.890	—
—	Fer	517.000	—
—	Manganèse	385.000	—
—	Plomb	110.000	—
—	Zinc	64.000	—
Phosphates		4.156.000	—
Pétrole		102.610	—

BIBLIOGRAPHIE.

Despujols (P.). — Historique des recherches géologiques au Maroc, des origines à 1930. *Notes et Mém. Serv. Mines et Carte géologique du Maroc*, n° 25, 1933.

Despujols (P.). — Historique des recherches minières au Maroc, des origines à 1930. *Ibidem*, n° 37, 1936.

Roch (E.). — Histoire stratigraphique du Maroc. *Ibidem*, n° 80, 1950 (in-4, 437 p.).

Choubert (G.). — Histoire géologique du domaine de l'Anti-Atlas. *Publ. Congrès Intern. Géol., Alger*, 1952, Maroc, n° 6, 2e partie.

Fallot (P.). — Essai sur la géologie du Rif septentrional. *Notes et Mém. Serv. Mines et Carte géol. Maroc*, 1937, n° 40, 553 pages, 100 fig., 26 pl.

Fallot (P.) et Marin (A.). — La Cordillera del Rif. *Mem. Inst. geol. minero Espana*, Madrid, 1939, 2 vol., 817 pages, 200 fig., Atlas, 22 pl.

Source : MNHN, Paris

LACOSTE (J.). — Etudes géologiques dans le Rif méridional. *Notes et Mém. Serv. Mines Maroc*, Rabat, 1934, n° 31, 2 vol, 666 pa., 96 fig., 36 pl.

TERMIER (H.). — Etudes géologiques sur le Maroc central et le Moyen Atlas septentrional. 1) Les terrains primaires et le Permo-Trias. 2) Les terrains post-triasiques. 3) Paléontologie. Pétrographie. 4) Atlas. *Notes et Mém. Serv. Mines Maroc*, Rabat, 1936, n° 33, 1655 pages, 30 tableaux, 63 fig., 67 pl.

TERMIER (H. et Mme G.). — Paléontologie marocaine. *Notes et Mém. Div. Min. et Géol.*, Rabat. T. 1. Généralités, 1947, n° 69, 391 p., 22 pl. T. 2. Invertébrés du Primaire, 1950 (Hermann édit.), 994 pages, 241 figures.

Publications du XIXe Congrès Géologique International. Monographies régionales. 3e série : Maroc, 1952.

Source : MNHN, Paris

IV. LE SAHARA CENTRAL.

A. — Le Massif central et la bordure Nord. Le Mythe de la mer saharienne. La géologie et le Transsaharien. E. F. Gautier et R. Chudeau. 1920-1940 : Conrad Kilian. Depuis 1940 : Maurice Lelubre.
B. — L'Adrar des Iforas, l'Aïr et la bordure Sud.

Le Sahara français est un domaine immense qui s'étend de la côte atlantique à la frontière du Soudan égyptien.

Au point de vue ethnique, il est habité par les Maures à l'Ouest, par les Touaregs au centre et à l'Est. Le découpage administratif est beaucoup plus compliqué : l'Ouest dépend de Dakar (A.O.F.), le Nord-Ouest du Maroc, le Centre de l'Algérie, l'Est de Brazzaville (A. E. F.).

C'est un domaine si vaste qu'on n'en saurait exposer l'exploration géologique en un seul chapitre. Nous parlerons ici du Sahara central, en essayant de l'envisager comme une région naturelle, et non pas administrative.

Nous limiterons ce Sahara central vers l'Ouest à la bordure du plateau du Tadmaït et du Hoggar (ou Ahaggar), y ajoutant son annexe : l'Adrar des Iforas. A l'Est, nous ajouterons au Hoggar son annexe sud-orientale, l'Aïr. Nous dirons aussi quelques mots des Tassalis du Sud.

Nous arrivons ainsi à définir à peu près une région naturelle : le Massif central précambrien (le Hoggar) entouré de ses auréoles : les Tassilis primaires, le Continental intercalaire (Crétacé inférieur), le Crétacé et l'Eocène marins, le Continental terminal.

A. LE MASSIF CENTRAL ET LA BORDURE NORD.

C'est le Major Laing qui réussit la première exploration de Tripoli à Tombouctou, en passant par In Salah, In Zize et Amrennane, en 1826. Mais il fut assassiné sur le chemin du retour et ses notes furent perdues.

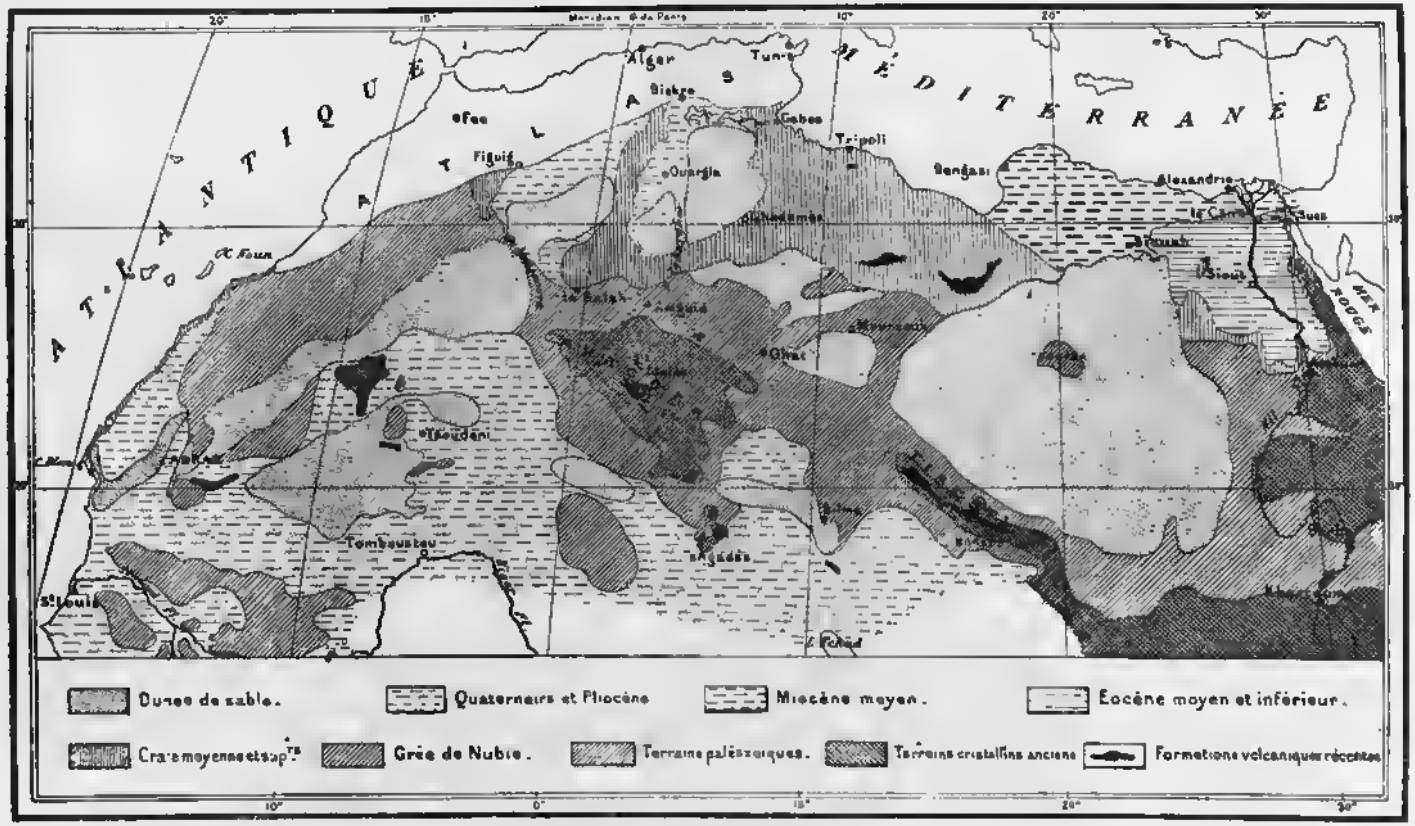
Vingt-cinq ans plus tard, en 1850, l'Algérie française était limitée au Sud par les postes militaires de Saïda, Tiaret, Teniet, Boghar et Tebessa. Ce qui se trouvait au Sud appartenait au Désert où se trouvaient El Goléa, Ouargla et Ghadamès.

En cette année 1850, Berbrugger, Membre de la Commission scientifique de l'Algérie, qui avait traduit les livres des géographes

Source : MNHN, Paris

ESSAI D'UNE CARTE GÉOLOGIQUE DU SAHARA

DE L'ATLANTIQUE A LA MER ROUGE



Dressé par M. G. Rolland

A. Barry imp.. Paris

Carte géologique du Sahara dressé par G. ROLLAND
(Bulletin de la Société Géologique de France, 1891).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU
MUSÉUM
D'HIST.
NATVR.

Source : MNHN, Paris

arabes de l'Afrique du Nord, fit lui-même un grand voyage. Il alla d'Alger à Tunis par Ouargla, le Djerid et Touggourt et rentra à Alger par le Mzab et Laghouat.

La même année, BARTH, OVERWEG et RICHARDSON abordent les confins orientaux du Massif central saharien, du Hoggar. BARTH revint seul de voyage qui avait duré six ans et publia de nombreuses informations géographiques et géologiques. Il indiqua entre autres la présence de granites et de gneiss sous les grès des Tassilis.

En 1852, l'Ingénieur DUBOCQ étudie l'hydrologie de l'oued Rhir, et Touggourt est pacifié en 1854.

En 1858, un Interprète militaire, Ismaël bou DERBA recueillit des *Spirifer* et des *Orthis* du Dévonien sur les berges de l'oued Ilezi, au pied du Tassili du Nord, entre Laghouat et Ghat. La description en fut faite par COQUAND en 1862.

Le 26 février 1857, un jeune homme de 17 ans, destiné au commerce par son père, débarquait à Alger pour un voyage d'étude. C'était Henri DUVEYRIER. Il se rendit d'Alger à Laghouat, où il vit des Touaregs et se prit de passion pour le désert. Rentré en France, il écrivit à BARTH qui lui prodigua ses conseils, et consulta toutes les personnalités scientifiques qui pouvaient orienter son projet de voyage au Sahara. Le 1er mai 1859, il quittait Paris pour explorer le Sahara. Il s'en fut d'Alger à Biskra, puis au Mzab et fut le premier à visiter El Goléa. Il se rend ensuite à Gabès en passant par Ouargla, Touggourt et le Souf, non sans difficultés et dangers. En 1860, il obtient enfin une mission officielle (11.800 francs-or) et part pour le Tassili des Ajjer et le Fezzan.

Il atteint d'abord Ghadamès (où il découvre le Crétacé), puis le 14 mars 1861, il est à Ghat, le 5 mai à Serdelès, le 9 juin à Mourzouk. Il rentrera à Alger en passant par Sokna et Tripoli.

DUVEYRIER rapporta de cette exploration la première carte de la bordure Nord du Hoggar et de nombreux renseignements sur le Hoggar même. Il signale en particulier la nature volcanique de l'Ataqor, le Dévonien du pied de l'Akakous et des environs de Serdélès (dét. DE VERNEUIL).

A son retour en France, il publie son grand ouvrage « *Les Touaregs du Nord* » (1864) qui marque une étape dans la connaissance scientifique du Sahara.

En 1864, un voyageur allemand, Gerard ROHLFS, entreprend un voyage d'Ouest en Est, déguisé en Arabe, se proposant d'aller de Tanger à Tombouctou. Il réussit à arriver jusqu'à In Salah, mais fut obligé de continuer droit vers l'Est et de rejoindre Tripoli. Ce n'est que dix ans plus tard que ROHLFS put revenir et aller de Tripoli au Tchad.

En 1869, NACHTIGAL passe à l'écart du Massif central, mais en 1876, Erwin von BARY, venant de Ghat, traverse le Sud-Est du Hoggar pour se rendre dans l'Aïr.

Source : MNHN, Paris

Le Mythe de la mer saharienne (1850-75).

C'est à cette époque que naquit le mythe de la mer saharienne. Beaucoup d'auteurs, et non des moindres (RITTER, HUMBOLDT, BOURGUIGNAT, DESOR, ROHLFS, ESCHER DE LA LINTH, etc.) émirent cette opinion que la Méditerranée quaternaire avait dû s'étaler dans les dépressions du Sahara en passant par la zone des Chotts tunisiens. Cette idée était confirmée du fait que VIRLET d'AOUST (1845), DUBOCQ (1853), MARÈS (1859) et VILLE (1861) avaient affirmé que la surface des Chotts se trouvait au-dessous du niveau de la mer.

Dès lors, rêveurs et hommes d'affaires virent plus loin : il suffisait de creuser un canal à travers le seuil de Gabès pour créer ou rétablir une « mer intérieure » qui allait assurer la prospérité du Sahara et lui rendre un aspect verdoyant...

En 1872, POMEL publia un mémoire démontrant géologiquement que la mer saharienne que l'on voulait « rétablir », n'avait jamais existé, mais on ne le crut pas.

Le capitaine ROUDAIRE, qui était un des promoteurs enthousiastes de la nouvelle mer saharienne fut mieux écouté à Paris et le Sénat nomma une Commission d'enquête. Des spécialistes furent même invités à donner leur opinion. Les Capitaines ROUDAIRE et VILLARS furent chargés de préciser la topographie de la région des Chotts (1873-75). Ils démontrèrent bien que les Chotts Melrir et Merouane étaient à 20 mètres au-dessous du niveau de la mer, mais cependant l'altitude de la ride du Djerid rendrait l'opération difficile et coûteuse. POMEL en fut ravi et étudia la géologie du seuil de Gabès en 1879. Il y trouva la barrière crétacée qu'il soupçonnait et assura que la mer quaternaire n'y était jamais passée.

On renonça à déverser la Méditerranée dans le Sahara et on se lança dans un nouveau projet : le chemin de fer transsaharien.

Le problème ne fut résolu que tout récemment, en 1952, lorsque E. MILOKHOFF, à la suite de sondages au pétrole, découvrit un niveau à Foraminifères et Ostracodes dans le Chott Djerid. En 1953, G. CASTANY et ses collaborateurs montrèrent que les plages à *Cardium* et les Foraminifères prouvent l'existence au Pléistocène moyen d'une vaste étendue d'eau libre qui mettait en communication la région des Chotts et le Golfe de Gabès.

La Géologie et le Transsharien (1875-1902).

Le véritable promoteur du Transsaharien semble bien être l'Ingénieur DUPONCHEL. On en parle dès 1875.

En 1876, POMEL publie une note et une carte sur ce que l'on savait de l'Ouest africain, Sahara compris. DUPONCHEL lui-même partit en mission en 1878, mais ne put dépasser Laghouat.

Le Gouvernement décida l'envoi de trois missions.

Source : MNHN, Paris

La Mission POUYANNE (1879-80) resta dans le Nord, étudiant le Sud-oranais, la Saoura. La géologie et l'hydrologie sont dues à BAILLS.

La Mission CHOISY (1879-80) fut accompagnée par un géologue, G. ROLLAND. Elle compara deux tracés possibles : Laghouat-El Goléa et Biskra-Ouargla, effectuant un circuit du plus haut intérêt. G. ROLLAND, ajoutant ses observations aux renseignements recueillis, dressa une carte géologique du Sahara au 1/8.000.000e, très remarquable pour l'époque, montrant que le Hoggar était un massif de granites, de gneiss, de micaschistes, schistes et cipolins, entouré de plateaux primaires.

La troisième Mission fut celle du Colonel FLATTERS, qui partit de Biskra le 1er février 1880, dans l'intention d'aboutir au Niger. Elle dut rentrer très vite après avoir complété certaines observations de DUVEYRIER.

Elle fut reconstituée avec une escorte en armes et un Ingénieur, ROCHE, dont les observations géologiques sur les roches de l'Egéré sont fort exactes. Cette deuxième mission partit d'Ouargla le 4 décembre 1880, atteignit l'Igharghar, puis l'Amadror et l'Anahef, mais on sait qu'elle fut attaquée par les Touaregs et se termina par une catastrophe lamentable.

Le Transsaharien fut remis à plus tard, après la pacification. On se borna à se maintenir dans la zone déjà occupée, en améliorant les conditions de vie des indigènes des oasis. De nombreux puits artésiens furent creusés de Ouargla à El Goléa.

En 1882, FOUREAU fait une reconnaissance au Sud d'Ouargla. Le pays n'est pas sûr. Deux voyageurs français, Maurice PALAT (1885) et Camille DOULS (1887) sont assassinés, le premier à l'ouest d'In Salah et le second (qui venait du Maroc) près d'Akabli.

En 1890, les pourparlers européens concernant le partage de l'Afrique, remettent le Transsaharien sur un plan d'actualité. En 1891, un poste permanent est créé à El Goléa, mais le souvenir trop récent de la fin de la Mission FLATTERS empêchait d'envoyer des missions dans le Sud. Toutefois, FOUREAU continuait ses voyages d'études de 1890 à 1897. Ce furent une série de raids apportant une documentation excellente, préparant la future Mission saharienne, scientifique et militaire, la Mission FOUREAU-LAMY.

Le 23 octobre 1898, la Mission FOUREAU-LAMY quitte Ouargla, à destination du Tchad, via le Hoggar, qu'elle aborde vers l'erg Tihodaïne. Elle traverse l'Anabef et continue sur In Azaoua et Iférouane. Elle avait parfaitement réussi et FOUREAU put rentrer en France avec des documents scientifiques très importants (1900). Le matériel géologique fut étudié par GENTIL, HAUG et MUNIER-CHALMAS. Outre les roches décrites par GENTIL, il y avait des fossiles carbonifères, les premiers Poissons et Reptiles du Crétacé inférieur continental du Djoua (HAUG) et les premiers schistes à Graptolithes (trouvés dans le Tindesset en 1898) dont la découverte fut annoncée d'une manière un peu confidentielle, dans la Notice de Titres et Travaux de MUNIER-

Source : MNHN, Paris

CHALMAS, alors candidat à l'Institut (1903, page 94). La position stratigraphique de ces schistes restait malheureusement inconnue, la mission n'ayant emmené aucun Géologue.

La Mission militaire avait continué son chemin pour se grouper avec les Missions GENTIL et JOALLAND-MEYNIER, assurant la jonction de l'Afrique du Nord et de l'Afrique Equatoriale par la victoire de Kousseri, où le Commandant LAMY trouva la mort.

Dans le même temps, G. B. M. FLAMAND, Préparateur au Laboratoire de Géologie d'Alger, étendait ses travaux vers le Sud. Après l'Atlas saharien, il se rendit à Fort Mac Mahon, entre El Goléa et Timimoun, tandis que le plateau crétacé du Tadmaït était reconnu par les Capitaines GERMAIN et LAPERRINE.

Le 28 décembre 1899, G. B. M. FLAMAND repart pour étudier le revers Sud du Tadmaït et le Tidikelt. Il est escorté par 140 goumiers sous le commandement du Capitaine PEIN. Attaqué à quelques kilomètres au Nord d'In Salah, mais parfaitement résolu à continuer son chemin, il donne ordre de poursuivre et s'empare d'In Salah.

La prise d'In Salah, capitale économique des Touaregs Ahaggar établit l'influence française sur la Saoura, le Touat et le Gourara. En 1902, le Lt COTTENEST et le Lt GUILHO-LOHAN reconnaissent le Pic Ilaman, le point culminant du Massif du Hoggar.

Le Sahara central est annexé à l'Algérie et la Loi du 24 décembre 1902 crée les « Territoires du Sud ». Pour pacifier cet ensemble, le Commandant LAPERRINE organise ses « Compagnies sahariennes » et pour l'étudier G. B. M. FLAMAND fut nommé Directeur adjoint du Service de la Carte géologique.

La période héroïque était terminée, ce qui ne veut nullement dire que le Sahara central fut devenu un pays de tourisme...

Militaires et géologues allaient conjuguer leurs efforts pour en achever la pacification et la reconnaissance scientifique.

Les promoteurs du Transsaharien sont plus actifs que jamais.

1902-1920 : Les Compagnies sahariennes, E. F. GAUTIER, R. CHUDEAU.

Les Compagnies sahariennes du Commandant (puis Colonel et Général) LAPERRINE ont ceci de particulier (pour le sujet qui nous intéresse) qu'elles ont comporté un nombre incroyable d'Officiers dont tous les géologues africains connaissent le nom et même la carrière militaire (les voyant parfois sous le nom de Lt X, puis plus tard de Général X).

Qui ne connaît les noms d'ARNAUD, AYASSE, BESSERT, CAUVET, COTTENEST, CORTIER, GUILLO-LOHAN, FLYE SAINTE-MARIE, FREYDENBERG, MUSSEL, NIEGER, RESSOT, TILHO, THEVENIAUT, VILLATTE, VOINOT et de tant d'autres auxquels on aimerait rendre un hommage particulier.

C'est ce milieu de guerriers doublés de savants que va rencontrer un Géographe d'Alger, E. F. GAUTIER. C'est avec eux qu'il va faire l'apprentissage du Sahara.

Source : MNHN, Paris

En 1903, le Lt Besset est allé d'In Salah à Amguid, par Hassi el Kheneg. En 1904, le Capitaine Touchard fait forer un puits artésien à Fort-Flatters. Le 18 avril de la même année, le Colonel Laperrine parti d'In Salah rencontre dans l'Adrar des Iforas le détachement Theveniaut venu de Bourem par le Tilemsi.

En 1904, E. F. Gautier projette un voyage dans le Gourara et à Figuig, pour le printemps 1905. Il pense s'adjoindre un compagnon, un collaborateur d'élite, qui allait devenir illustre : René Chudeau.

Sur la proposition du Recteur de l'Université d'Alger, Chudeau obtint un congé administratif de six mois, ce qui était suffisant pour une tournée qui devait durer quatre ou cinq mois. Il y eut des retards et Chudeau ne put gagner Timimoun que le 27 mai 1905. Gautier, déjà parti, lui laissait un rendez-vous à Adrar. Pour ce petit voyage de trois semaines, Chudeau laisse ses bagages à Timimoun et rejoint Gautier à Adrar. Ici, la situation se complique brusquement. Il y a un autre projet : l'établissement d'une ligne télégraphique In Salah-Tombouctou. Il s'agit maintenant de traverser le Sahara et d'aller à Zinder. Chudeau n'hésite pas un instant et quitte Adrar pour un voyage qui allait durer 18 mois... L'absence de bagages ne le gêna nullement, au contraire. « J'eus la très grande chance, écrit-il, d'effectuer tout le reste de ma promenade avec le moins d'impedimenta possible ».

Car, pour Chudeau, il s'agissait d'une promenade. Ses chefs hiérarchiques le crurent d'ailleurs et le prirent fort mal. Mais Chudeau n'en avait cure. La colonne partit donc et rejoignit le Capitaine Dinaux le 4 juin au Sud de l'Ahnet. Quelques jours après, arrivaient un ancien Officier de Chasseurs d'Afrique, le Père De Foucauld et l'Inspecteur des P.T.T. Etiennot, chargé d'étudier le projet de ligne télégraphique.

Le 11 juin, tout le monde part pour l'Adrar des Iforas, par In Zize et Timissao. On arrive à In Ouzel le 23 juin. E. F. Gautier quitte la colonne le 14 juillet à Bou Ghessa, pour descendre la vallée du Tilemsi et regagner la France, par Gao et Tombouctou.

Le Lt Clor, Etiennot et Chudeau poussent une pointe jusqu'à Tin Zaouaten. L'Inspecteur Etiennot n'ira pas plus loin. C'est que Tin Zaouaten est un lieu-dit, pourvu d'un puits, sur la frontière théorique entre le Sahara algérien et l'Afrique occidentale française. Il est tout à fait interdit à un fonctionnaire français de passer d'un territoire dans l'autre, surtout pour y travailler. Ceci ne demande pas de commentaires mais explique beaucoup de choses.

Tout le monde remonte donc vers le Nord et rejoint le gros de la colonne à In Ouzel. On passe près de Timissao le 26 juillet, puis à Silet pour arriver à Tamanrasset le 11 août. Il y pleuvait depuis un mois et la température n'y dépassait pas 39°.

Du passage de Chudeau à Tamanrasset, il est resté un souvenir matériel : ses clichés voilés qui ont servi de vitrage à l'ermitage du Père de Foucauld.

Le 3 septembre, le Capitaine Dinaux et Chudeau reprennent la piste, *non pas vers Alger*, mais vers le Sud, vers l'Aïr et Zinder.

Source : MNHN, Paris

Le 11, ils sont au puits d'In Azaoua, recoupant pour la première fois l'itinéraire de la Mission FOUREAU-LAMY. Le 18 septembre, ils arrivent à Iférouane, pensant y retrouver le détachement de Zinder, mais celui-ci n'était pas au rendez-vous, car on avait oublié de le prévenir... Le Capitaine DINAUX est obligé de repartir et CHUDEAU reste

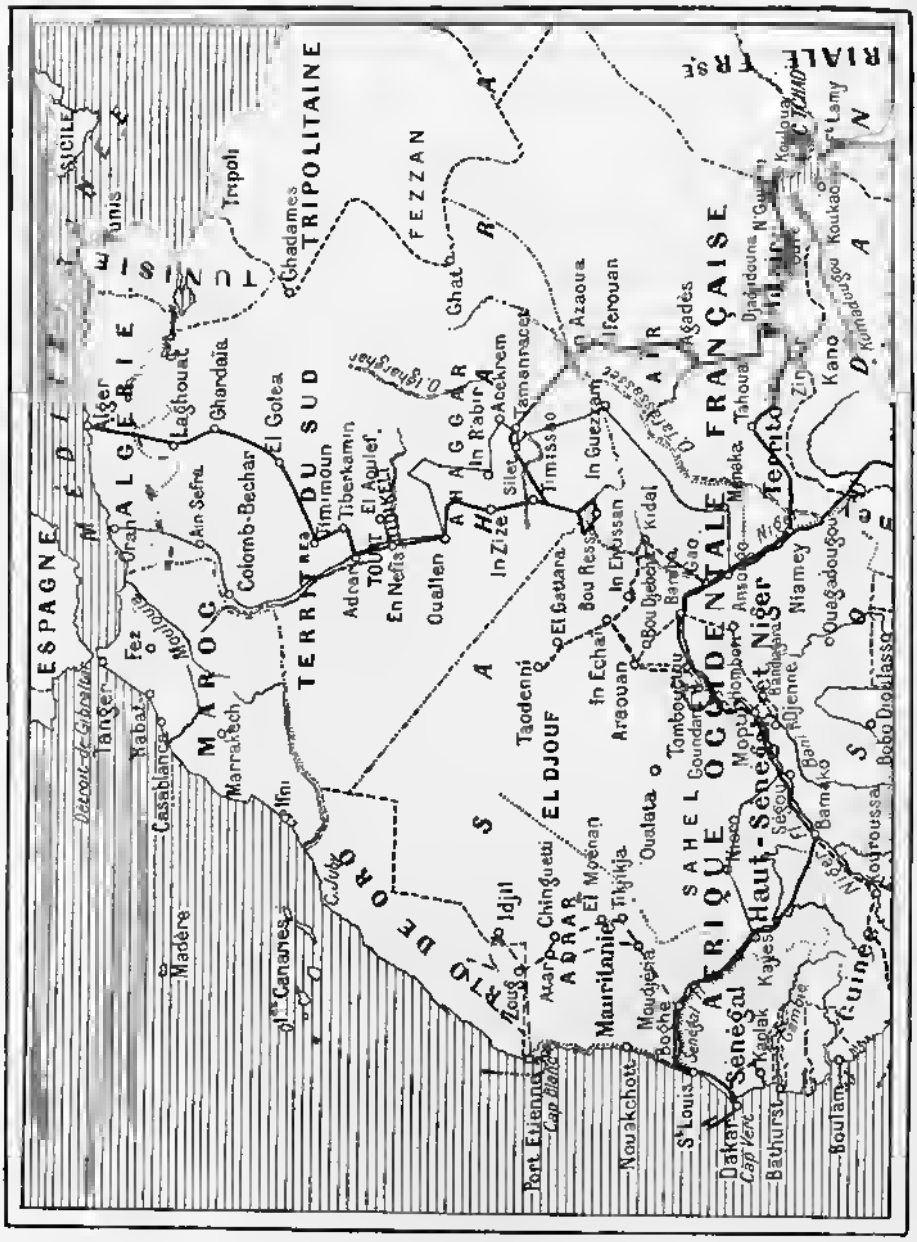


FIG. 4. — Itinéraires de René CHUDEAU au Sahara, de 1905 à 1918.

Source : MNHN, Paris

seul à Iférouane, où le détachement d'Agadès vient le chercher le 12 octobre.

De là, il ira à Zinder (où nous le retrouverons plus tard), puis au Tchad où il arrivera le 26 février 1906. Il rentrera tout doucement en France, en traversant le Niger, le Soudan et le Sénégal, le plus souvent sans escorte et sans ravitaillement.

Il avait parcouru et étudié 7.500 kilomètres d'itinéraires (ce dont son administration ne lui fut nullement reconnaissante, car c'était visiblement un mauvais fonctionnaire).

De cette gigantesque exploration, il nous reste deux magnifiques volumes : le *Sahara algérien* par E. F. GAUTIER et le *Sahara soudanais* par René CHUDEAU.

Après les deux volumes de GAUTIER et CHUDEAU, bourrés de renseignements géologiques nouveaux, paraît une autre œuvre monumentale en 1911. C'est la Thèse, en 1.001 pages, de G. B. M. FLAMAND, sur le Sahara algérien. C'est une « somme » considérable que l'on consulte encore avec fruit. Elle intéresse surtout des régions situées à l'Ouest (comme le bassin charbonnier de Colomb Béchar) et au Nord (comme le Tadmaït).

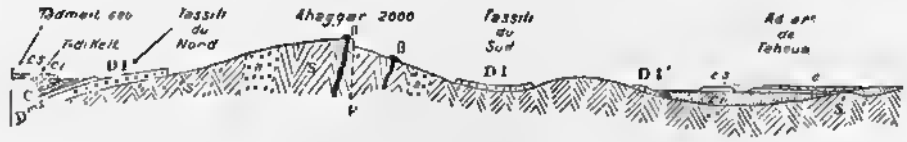


FIG. 5. — Coupe schématique Nord-Sud du Massif central Touareg (P. LEMOINE, 1911).

La parution de ces grandes œuvres est d'autant plus importante que l'on y voit naître les premières discussions sur l'âge du socle et des plissements anciens.

CHUDEAU range dans le Précambrien, dans l'Archéen, les granites et les gneiss du Hoggar et dans un « *Silurien métamorphique* » les schistes et quartzites antérieurs aux grés des Tassilis. Il complétera ces données plus tard. De son côté FLAMAND préfère donner le nom de « Cristallophyllien » à tout l'ensemble gneiss, micaschistes et « Antésilurien » à la série supérieure. Il pense que les plissements du socle sont calédoniens, alors que CHUDEAU pensait déjà qu'ils étaient plus anciens.

Pendant ce temps là, LAPERRINE et les Lts NIEGER et MUSSEL avaient été à Taodéni en 1906, le Lt CORTIER, les Capitaines ARNAUD et DINAUX vont à Tamanrasset et dans l'Adrar des Iforas (1907), le Lt VOINOT visite l'Ahnet (1907-8), le Capitaine CORTIER retourne dans le Hoggar et l'Adrar des Iforas en 1909 et 1910 ; N. VILLATTE fait une grande tournée d'In Salah au Niger en 1909. Les données géologiques s'accumulent en même temps que les connaissances géographiques.

En 1912, le Capitaine NIEGER est à la tête d'une nouvelle Mission

Source : MNHN, Paris

du Transsaharien. René CHUDEAU était du voyage, ainsi que le Capitaine CORTIER. Le Hoggar occidental et central fut sillonné de janvier à novembre 1912. Une étude fort remarquable parut, mais en 1925 seu-

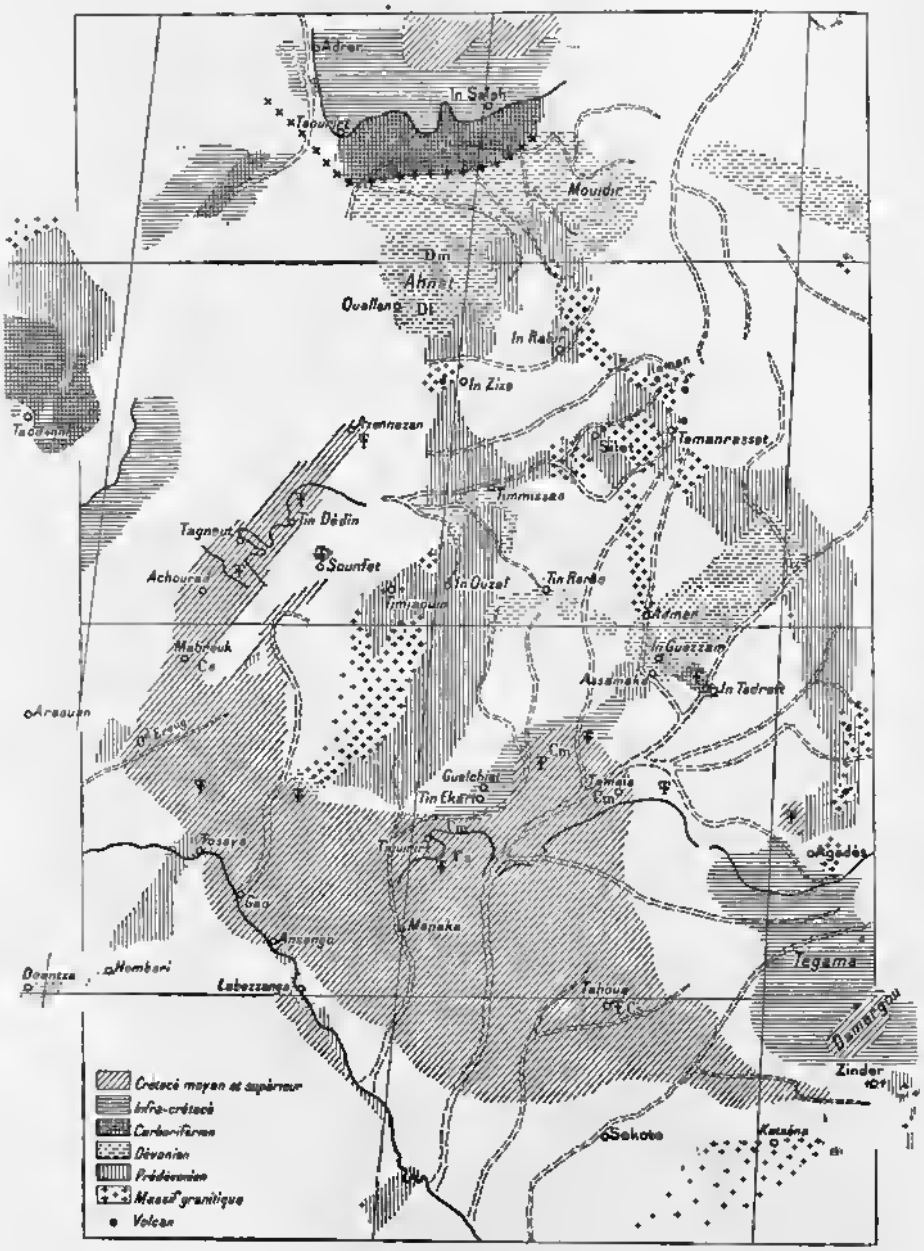


FIG. 6. — Carte géologique du Sahara central (R. CHUDEAU, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1913).

Source : MNHN, Paris

lement, sous les signatures de CHUDEAU, CORTIER et NIEGER, accompagnée d'une carte au 400.000e, qui est encore, dit M. LELUBRE, le meilleur document cartographique existant en 1950.

La guerre de 1914-18 vient arrêter l'étude scientifique du Sahara central.

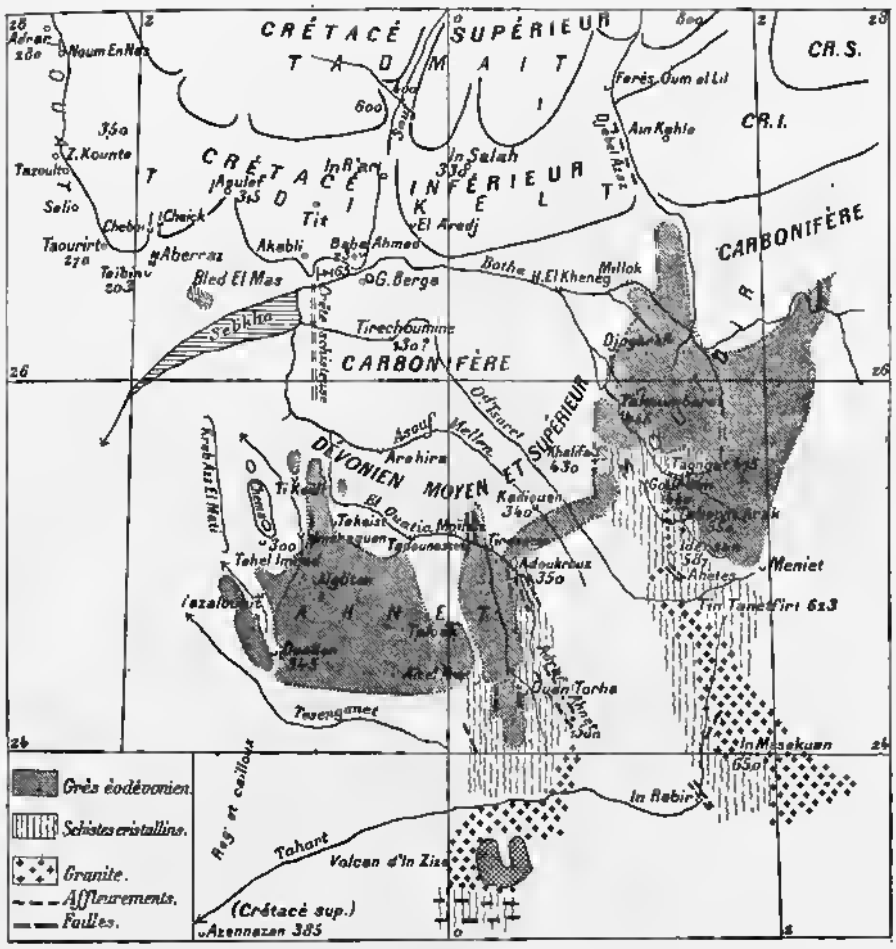


FIG. 7. — Les plis du Tidikelt (R. CHUDEAU, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1918).

1920-1940 : Conrad KILIAN.

En 1920-21, un géologue suisse, H. BÜTLER se rend au Hoggar par Amguid, traverse l'Egéré, l'Amadror, le Serkout et l'Ataqor. C'est la première étude de détail de la région volcanique, avec un levé géologique au 500.000e.

Source : MNHN, Paris

En octobre 1921, on voit apparaître un nouveau nom, celui de Conrad KILLIAN, qui allait s'illustrer dans le Hoggar.

Conrad KILIAN venait rechercher les « émeraudes des Garamantes » pour le compte d'un capitaliste constantinois et sous la direction... d'un Adjudant en retraite. Le Chef de Mission et son Géologue eurent des relations héroï-comiques dont on parlait encore au Sahara dix ans plus tard. KILIAN constata d'abord que les « émeraudes des Garamantes » n'étaient que des feldspaths verts, de l'amazonite. Délivré de ce souci (?), il repensa la géologie du Hoggar et de ses auréoles. Il parcourut le Tassili des Ajjer et le Hoggar central, découvrant *en place* ces fameux schistes à Graptolithes recueillis auparavant par FOUREAU, puis par COTTENEST. Il comprit alors que les Tassilis étaient doubles, qu'il y avait un tassili interne, ante-gothlandien, constitué par des grès inférieurs, ordoviciens, et un tassili externe, formé par les grès supérieurs, dévoniens, séparés l'un de l'autre par les schistes gothlandiens à Graptolithes.

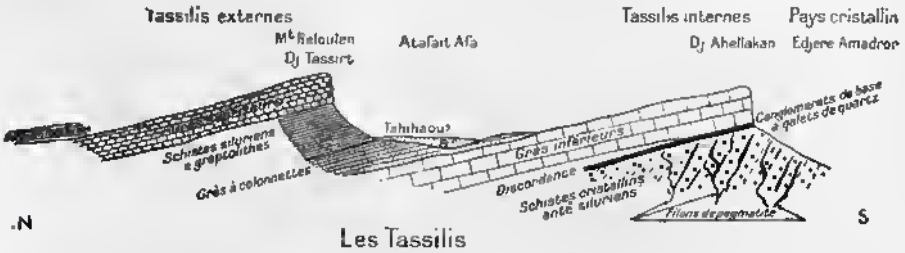


FIG. 8. — Première coupe des Tassilis au Nord du Hoggar (C. KILIAN, 1922).

La discordance étant très marquée entre les grès de base et le Cristallin et Cristallophyllien plissés, le vieux socle est certainement précambrien et non pas simplement ante-silurien. De plus, l'existence d'un conglomérat permet de subdiviser ce Précambrien en deux séries.

C'était le premier schéma cohérent de la structure du Massif central saharien. Conrad KILIAN, alors âgé de 24 ans, rédigea un petit mémoire, qui fut communiqué au Congrès international de Géologie qui se tenait en 1922.

Tout était expliqué dans ce texte fondamental. C'était à la fois si simple et si étonnant, que Wilfrid KILIAN, père de Conrad, demanda à J. BOURCART qui partait au Hoggar en 1923, de vérifier les dires de son fils. J. BOURCART, qui accompagnait la mission danoise OLUFSEN, put constater que le schéma établi par C. KILIAN était parfaitement exact. Il fit des observations personnelles sur l'Ataqor et les régions voisines, étudiant surtout le volcanisme et ses diverses phases.

C'est en 1923 encore que parut la première note de M. E. DENAEYER qui commençait l'étude pétrographique des roches recueillies dans le Sahara par CHUDEAU, VILLATTE et autres voyageurs.

Source : MNHN, Paris

En 1926, Conrad KILIAN qui s'ennuyait prodigieusement en France, réussit on ne sait comment à obtenir une subvention de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres sous le prétexte d'étudier des gravures rupestres qu'il avait aperçues. Il repart au Sahara et il y reste près de trois ans, pratiquement à ses propres frais, car personne ne s'intéresse à ses recherches. Il reprend ses observations de 1921, subdivise le Précambrien en deux séries : Suggarien à la base et Pharusien au sommet. Il modifie quelque peu la répartition verticale des Graptolithes, constate l'existence d'un « Continental intercalaire » à Reptiles et Poissons, qui cache la morphologie ancienne, découvre du Crétacé marin à 700 mètres d'altitude près d'Amguid, définit le « Continental terminal » tertiaire et fait des observations sur la tectonique.

Au cours de cette mission, restée légendaire au Sahara, Conrad KILIAN est allé sur les confins du Sahara français et de la Libye alors italienne. Dans ce no man's land, il découvrit des reliefs inconnus, et au grand ennui des diplomates, il les baptisa Monts Doumergue et les offrit à la France.

De retour en France, il publie une petite partie de ses observations, puis seul, ou en collaboration avec R. FURON et N. MENCHIKOFF, se consacre à la préparation des premières feuilles de la Carte Géologique Internationale de l'Afrique. La feuille 2 en particulier a été faite entièrement de sa main.

La seconde guerre mondiale interrompit cette œuvre. Conrad KILIAN remplit ses devoirs d'Officier de réserve, fut fait prisonnier, libéré comme combattant des deux guerres et fit une dernière mission dans l'Aïr en 1943.

Cette œuvre considérable et essentielle est interrompue par la mort en 1950. Elle n'avait guère été comprise des géologues officiels. Pour la première fois, un hommage public lui fut rendu, dans sa Notice nécrologique, lue à la Société Géologique de France, par un autre Saharien, Jacques BOURCART.

DUVEYRIER, CHUDEAU, KILIAN : trois grandes figures sahariennes. De toute cette époque, il faut cependant dire quels furent les autres acteurs.

Il y eut, encore, une « Mission scientifique du Hoggar », mais elle ne comportait pas de géologue ! Il y eut aussi une Mission AUGIERAS-DRAPER.

En 1929 et 1930, un méhariste de 2e classe nomadisait dans l'Ahnet. Il y faisait des observations météorologiques, archéologiques, botaniques et géologiques. C'était Théodore MONOD, une autre figure saharienne que nous reverrons, qui faisait ses débuts.

Il publie les résultats géologiques en collaboration avec J. BOURCART. Les observations de C. KILIAN sont confirmées une fois de plus, mais Th. MONOD trouve de nombreux gisements fossilifères et une nouvelle série de conglomérats, de teinte pourpre, non métamorphiques, discordants sur le Pharusien et sous les grès inférieurs. Cette série embarrassante sera plus tard rangée dans un Précambrien terminal ou Infracambrien.

Source : MNHN, Paris

En 1930, à l'occasion du Centenaire de l'Algérie, J. SAVORNIN publie une Notice géologique et hydrologique sur le Sahara algérien, avec une Carte en couleurs, résumant ce que l'on savait alors.

En 1935, un géographe, Robert PERRET, publie un intéressant mémoire sur le relief du Sahara.

En fin 1938, apparaît la dernière grande figure du Sahara central Maurice LELUBRE, qui entreprend l'étude détaillée du Hoggar et les relations précises entre les diverses formations lithologiques et la tectonique.

Depuis 1940 : Maurice LELUBRE.

Licencié ès sciences en 1937, le jeune Maurice LELUBRE fut attiré par le Sahara. Lors de sa première mission (octobre 1938 - avril 1939), il fut accompagné par N. MENCHIKOFF et Ch. DEVILLERS, étudiant l'Ataqor, la Tefedest et l'Egéré.

La guerre survint. M. LELUBRE reste au Sahara. D'octobre 1940 à mai 1941, il complète ses études précédentes et y ajoute le Tourba, l'Aleksed, la Tazoulet, l'Arefsa et l'Anahef occidental. Une troisième mission (novembre 1941 - juin 1942) le conduit dans le Sud-Ouest du Hoggar et l'Adrar des Iforas, où il fait une tournée avec R. KARPOFF, géologue de l'A.O.F., une autre avec M. BARDET et P. GEVIN. De novembre 1942 à mai 1943, il revoit l'Adrar des Iforas avec M. ROQUES et parcourt le Tanezrouft oriental, l'Ahnet et l'Immidir. En septembre 1943, LELUBRE part pour le Fezzan qu'il étudie longuement, modifiant complètement les idées anciennes, découvrant le Continental intercalaire et poursuivant ses investigations jusqu'au Tibesti.

Enfin, en 1946, 47 et 48, M. LELUBRE complète ses itinéraires et présente après la guerre une Thèse monumentale (dédiée à la mémoire de Conrad KILIAN), publiée en deux volumes par le Service de la Carte géologique de l'Algérie en 1952. C'est un travail de pure stratigraphie et de tectonique, qui fait du Hoggar une *région classique du Précambrien*. L'auteur a réussi à établir une véritable paléogéographie de ces séries très anciennes, montrant que les 25.000 mètres de sédiments suggariens, puis pharusiens (ceux-ci à *Collenia*) se sont déposés dans des bassins de subsidence, sous des faciès de faible profondeur.

La carte géologique qui accompagne le mémoire est extraordinairement détaillée et témoigne de la tâche ardue qui fut celle de LELUBRE, errant pendant des années avec ses trois chameaux dans une des régions les moins accessibles de la planète.

Les auréoles qui cernent le Hoggar ont été elles aussi, l'objet d'études très importantes.

J. FOLLOT a revu les conglomérats pourprés de l'Abnet. Il leur a trouvé 4.000 mètres d'épaisseur et a montré qu'ils avaient été affectés par des plissements.

Le même géologue a étudié le Carbonifère de l'Ahnet et du Mouydir, y découvrant une belle faune de Goniatites dans le Dinan-

Source : MNHN, Paris

tien, puis des couches rouges à Végétaux qui peuvent être du Carbonifère supérieur. De son côté, J. M. FREULON signalait en 1953, des empreintes de *Gigantostracés* dans les grès du Tadrart, en territoire fezzanais.

Le « Continental intercalaire » qui ceinture entièrement le Massif central saharien restait encore peu connu. Le gisement à *Desertella Foureaui* du Djoua fut retrouvé par J. P. LEFRANC en 1950. A. F. DE LAPPARENT revit le gisement de Timimoun (découvert par SAVORNIN), étudia ceux de Aïn Chebbi, Aoulef et In Salah en 1947, Tabtab, Mazoula, In Akhamil en 1948-49. Tout au Nord-Est, la lumachelle à *Unio* du Messak découverte par LELUBRE en 1946 est retrouvée par J. M. FREULON (qui découvre en 1953, un niveau à Stromalolithes dans le Carbonifère marin du Fezzan). Enfin, le Continental intercalaire a été retrouvé dans le Hoggar même, sur 300 m d'épaisseur, à Sérouénout, par P. BORDET (1954).

A. F. DE LAPPARENT étudie les Reptiles et les Poissons du Continental intercalaire, tandis que E. BOUREAU publie une série de notes sur les bois silicifiés, révélant toute une flore insoupçonnée. Il y distingue une flore du Crétacé inférieur (du Continental intercalaire) et une autre flore, de type tertiaire, recueillie par J. P. LEFRANC dans le Tinrhert occidental et à Bel Guebbour (1952).

La morphologie des appareils volcaniques de l'Ataqor attire la curiosité de P. BORDET en 1951 et 1954, tandis que l'Hydrologie fait l'objet d'un important mémoire de J. SAVORNIN en 1947.

Ce problème de l'eau dans le Sahara algérien est encore exposé par G. DROUHIN en 1952, montrant ce que l'on peut espérer de la grande nappe aquifère du Continental intercalaire.

Il n'y a rien à dire des matières minérales utiles, sauf toutefois en ce qui concerne le Pétrole qui fait l'objet de recherches actives, dans les terrains primaires de la bordure Nord du Hoggar. Les premiers résultats connus en 1954 sont plutôt encourageants, sans qu'on puisse se laisser aller pour cela à des espoirs excessifs.

LES RECHERCHES DE PÉTROLE AU SAHARA CENTRAL.

Les grosses productions provenant des terrains primaires aux Etats-Unis et en U.R.S.S., ont attiré l'attention sur le Primaire saharien, complètement inconnu à cet égard.

La *SN Repal* s'est engagée à dépenser 13 milliards en 15 ans pour prospecter la zone comprise entre Colomb-Béchar et Fort-Lallemand. Elle a aussi exécuté un sondage de plus de 2.000 m au Nord de Ghardaia, qui a rencontré de l'eau salée et des gaz.

La Compagnie française des Pétroles dépensera également 13 milliards en 15 ans pour prospecter des bandes Est-Ouest alternant avec celles de la Société précédente.

Source : MNHN, Paris

La Compagnie des Pétroles d'Algérie (filiale de la Royal Dutch) a des permis entre la Saoura et Fort Flatters et dépensera 20 milliards en 15 ans.

Enfin, la Compagnie de Recherches et d'Exploitation des Pétroles du Sahara (filiale franco-britannique de la Régie autonome des Pétroles) opère plus au Sud, entre Adrar et la frontière de Libye. Elle dépensera elle aussi 14 milliards en 15 ans.

Au total, plus de 50 milliards vont être consacrés à la recherche du pétrole dans la zone septentrionale du Sahara central. Ces grandes prospections auront le grand avantage de résoudre le problème définitivement puisque tout le nécessaire aura été fait pour savoir s'il existe ou non du pétrole.

BIBLIOGRAPHIE.

Bourcart (J.). — René Chudeau. Notice nécrologique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1925, (4), t. 25, pp. 449-468.

— Conrad Kilian. Notice nécrologique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1951, (6), t. 1, pp. 303-312.

Chudeau (R.). — Le Sahara soudanais. 1 vol. 327 p., 83 fig., 38 pl., 1 carte. Paris (Colin), 1909.

Flamand (G. B. M.). — Recherches géologiques et géographiques sur le haut pays de l'Oranais et sur le Sahara (Algérie et Territoires du Sud). 1 vol., 1.001 p., 157 fig., 16 pl., 22 cartes. Lyon (Rey), 1911.

Foureau (F.). — Documents scientifiques de la Mission saharienne (Mission Foureau-Lamy), d'Alger au Congo, par le Tchad. 3 vol., 1610 p., 428 fig., 30 pl., 1 Atlas (Géologie par L. Gentil et E. Haug). Paris (Masson), 1904-1905.

Gautier (E. F.). — Le Sahara algérien. 1 vol., 362 p., 61 fig., 52 pl., 1 carte. Paris (Colin), 1908.

Kilian (C.). — Essai de synthèse de la géologie du Sahara sud-constantinois et du Sahara central. *C. R. XIII^e Congrès Intern. Géol.*, Bruxelles, 1922 (publié en 1925), fasc. 2, pp. 887-945, 2 coupes, 16 photos, 1 carte.

Lapparent (A. F. de). — Répartition des gisements de Vertébrés et d'Invertébrés actuellement connus dans le Continental intercalaire du Sahara. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1953, (6), t. 3, pp. 451-456.

Lelubre (M.). — Recherches sur la géologie de l'Ahaggar central et occidental (Sahara central). *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 1952, 2 vols, 354 et 385 p., 128 et 133 figures.

Daumain (G.). — Les ressources minières du « Sahara français ». *Chronique Mines coloniales*, 1953, pp. 2-6.

Follot (J.). — Ahnet et Mouydir. *19^e Congr. Géol. intern.*, Alger 1952, Monographies régionales. Algérie, n° 1, 80 p., 38 fig.

Source : MNHN, Paris

B. L'ADRAR DES IFORAS, L'AÏR ET LA BORDURE SUD.

1. L'Adrar des Iforas.

C'est le massif habité par les Touaregs Iforas. En 1904, il fut traversé du Nord au Sud par la mission du Lt THÉVENIAUT et effleuré au Nord par le Commandant LAPERRINE. L'année suivante, le Capitaine DINAUX et le Lt CLOR visitent la zone comprise entre In-Ouzel, Timiaouin et Tin Zaouaten, mais E. F. GAUTIER qui était venu avec le détachement algérien continua son chemin sous la protection de quelques Iforas et se rendit à Gao, donnant les premiers renseignements géologiques précis. Les roches éruptives recueillies par le Lt THÉVENIAUT furent étudiées au Muséum par A. DE ROMEU (1907).

En 1907, le Capitaine DINAUX, le Capitaine ARNAUD et le Capitaine CORTIER visitent l'Adrar des Iforas et le dernier nommé donne une relation géographique et géologique de son voyage en 1908. L'ensemble de l'Adrar est un massif surtout granitique et gneissique.

De son côté, R. CHUDEAU en parle dans son « Sahara soudanais ».

FIG. 7. — LE CRÉTACÉ AU SUD DE L'ADRAR DES IFORAS.

1, Calcaires à Cardites (a, masqué par les éboulis) ; 2. Argiles jaunes ; 3. Argiles blanches à Oursins ; 4, calcaires à Nautiles et grandes Lucines ; 5. Calcaires récifaux ; *b*, Formation latéritique.

FIG. 9. — Coupe au Sud de l'Adrar des Iforas (R. CHUDEAU, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1915).

En 1923, M. E. DENAEYER complète les études lithologiques antérieures, d'après les matériaux de CHUDEAU et de VILLATTE. On entrevoit la grande variété des roches du massif.

En 1927-28, V. PEREBASKINE aborde le Sud-Ouest de l'Adrar des Iforas mais il s'intéressera surtout à sa bordure sédimentaire, objet principal de sa Thèse de Doctorat (1933).

En 1941-42, M. LELUBRE et R. KARPOFF font une tournée dans l'Adrar, qui va devenir le domaine de ce dernier.

On retrouve dans l'Adrar des Iforas toutes les séries du Hoggar, en particulier le Pharusien séparé du Suggarien par un conglomérat. Etudiant le massif isolé à l'Ouest de l'Adrar qui porte le nom de Timétrine, R. KARPOFF y découvrit en 1946 un conglomérat et des grès associés à la phase finale des émissions rhyolithiques post-pharusien-

Source : MNHN, Paris

nes. Il donna á cette série nouvelle le nom de *Nigritien*. Il retrouve ces conglomérats dans l'Adrar des Iforas proprement et finit par les assimiler à un Précambrien tout à fait terminal.

Prés de Tin Zaouaten, R. CHUDEAU avait trouvé des conglomérats. KARPOFF a montré qu'ils sont interstratifiés dans le Pharusien qui contient vers sa base de puissantes coulées de laves andésitiques.

R. KARPOFF a découvert dans le NW de l'Adrar des affleurements de syénites néphéliniques renfermant une quantité de minéraux rares, des phonolithes et des rhyolithes.

En 1952, M. LELUBRE a réservé un chapitre de sa Thèse á ses observations personnelles dans l'Adrar des Iforas, où il avait signalé en 1949 l'existence d'une série á hypersthéne, dans le Suggarien.

2. L'Aïr.

L'Aïr est une annexe sud-orientale du Hoggar, faisant pendant, si l'on peut dire, á l'Adrar des Iforas.

L'Aïr fut d'abord reconnu par BARTH, puis par la Mission FOUREAU-LAMY. Il est constitué par du Précambrien et parmi ses granites, L. GENTIL reconnut des granites hyperalcalins, à riébeckite et à aegyrine (1904).

En septembre 1905, l'Aïr reçut la visite de René CHUDEAU. C'était lors de son fameux voyage Iranssaharien avec E. F. GAUTIER. Il recoupe l'itinéraire de la mission FOUREAU-LAMY.

En 1943, Conrad KILIAN aborde l'Aïr par le Nord et indique l'existence de « Continental intercalaire » dans la haute région.

M. RAULAIS reprend l'étude des granites « récents » du Damaragam et des Monts Baguezams et montre leur intérêt économique, puisqu'ils contiennent de l'étain et du wolfram (1946).

R. LAMBERT a étudié les volcans quaternaires, dont les laves les plus fréquentes sont des basaltes. M. E. DENAEYER y a distingué deux types β, doléritiques á andésine et holocristallins.

Enfin, en 1951, M. RAULAIS a retrouvé le « Continental intercalaire » à Bois silicifiés dans le centre oriental de l'Aïr, jusqu'à 1.000 et 1.100 mètres d'altitude.

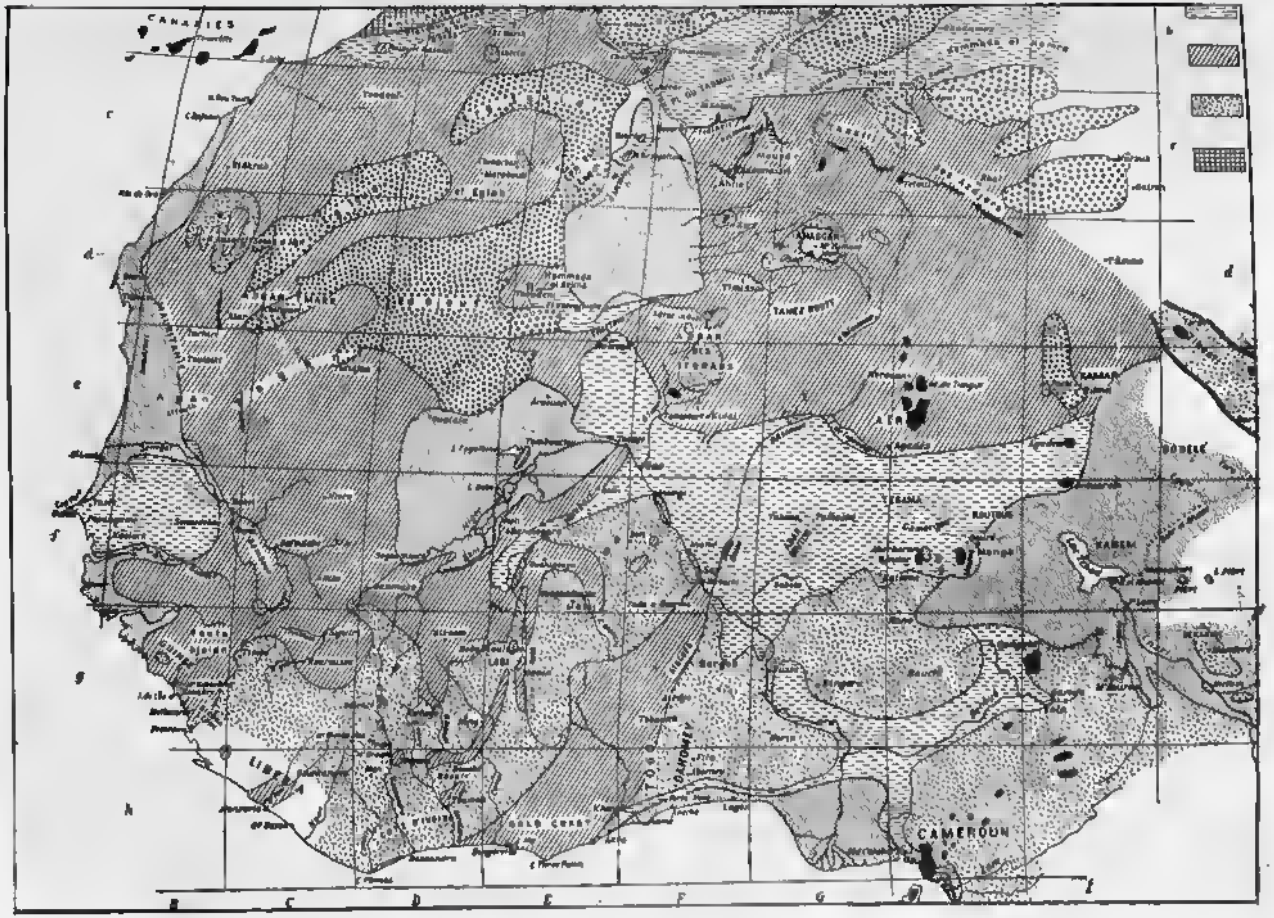
3. La bordure sédimentaire méridionale.

L'existence de Tassilis primaires au Sud du Hoggar, entre l'Adrar des Iforas et l'Aïr a été indiquée dès 1905 par René CHUDEAU, qui publia en 1913 en particulier, du Carbonifére marin découvert par le Capitaine CORTIER à In Tedreft, au Nord-Ouest de l'Aïr.

Pendant de longues années, ces régions ne reçurent la visite d'aucun géologue.

Ce n'est qu'en 1947 que R. KARPOFF, reprenant l'étude de la bordure primaire de l'Est et du Sud de l'Adrar des Iforas, montre l'extension des grés siluriens à *Harlania*, *Cruziana* et Tigillites. Il observe un

Source : MNHN, Paris



Carte géologique de l'Afrique occidentale et du Sahara,
(dressée par Paul LEMOINE, 1911).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU
MUSÉUM
D'HIST.
NATUR.

Source : MNHN, Paris

véritable conglomérat de base entre le Précambrien et les grès primaires et signale des venues filoniennes recoupant les grès primaires au Tassili-n-Eridjan. En 1953, Ph. RENAULT donne la coupe du Tassili d'In Guezzam.

Encore, en 1953, le Carbonifère marin signalé par CHUDEAU à In Tedreft est retrouvé, et suivi, par JOULIA.

On s'aperçoit alors qu'il passe latéralement à du Carbonifère inférieur continental qui s'étend très largement vers le Sud, tout le long de la bordure occidentale de l'Aïr (JOULIA et A. F. de LAPPARENT, 1954). Il s'agit d'une ancienne flore à *Rhacopteris* déterminée par E. BOUREAU.

Au-delà vers le Sud, et recouvrant le Primaire, R. CHUDEAU avait décrit (en 1907) les grès « infracrétacés » de la falaise de Tidjeddi, avec des ossements de Dinosauriens. Ces formations s'étendent au Tegama (grès et argiles du Tégama, de CHUDEAU).

Cette série de grès continentaux infracrétacés prit le nom de « Continental intercalaire ». Elle a été retrouvée plus à l'Ouest par R. FURON dans les matériaux envoyés par le Capitaine LE RUMEUR de la région d'Ouczei de la falaise de Tamaia, etc (1935).

Encore plus à l'Ouest, V. PÉRÉBASKINE les retrouve à la base des falaises de l'Adrar Tiguirirt (1932) et R. KARPOFF, en 1947, précise leur extension à la suite de la découverte de grès contenant des troncs d'arbres silicifiés atteignant 33 mètres de longueur et 1 m 50 de diamètre.

On passe de là à la bordure occidentale de l'Adrar, à la vallée du Tilemsi, où le « Continental intercalaire » fut découvert par CHUDEAU, puis revu par J. BOURCART, V. PÉRÉBASKINE, Th. MONOD, R. KARPOFF.

Toute cette région saharo-soudanaise est extraordinairement intéressante au point de vue sédimentaire. Au-dessus de ce Continental intercalaire parfaitement reconnu de l'Aïr au Tilemsi, vient la transgression crétacée, qui débute au Cénomanien supérieur découvert par R. FURON dans les matériaux provenant du Damergou et de l'Adar Doutchi (avec *Neolobites vibrayeanus* et *Exogyra columba*).

On trouve ensuite le Turonien, calcaire, légèrement dolomitique, avec une énorme faune à *Vascoceras* (FURON, 1935) et à *Nigericeras* (SCHNEEGANS, 1943) et un Crétacé supérieur à *Libycoceras Ismaeli* (PÉRÉBASKINE, 1932), etc, indiquant un niveau Maestrichtien transgressif et des Dinosauriens (Titanosaurus ?) dans le Crétacé supérieur.

Ensuite, on assiste à une régression très nette, au moment du passage du Crétacé au Tertiaire. Ce que l'on pensait être du Danien serait en réalité un niveau paléocène, montien, dans lequel H. RADIER et R. LAVOCAT ont trouvé des Poissons (*Ceratodus*), des Tortues et des Crocodiliens (*Dyrosaurus*) au Soudan oriental, dans ce détroit soudanais, indiqué par R. FURON comme ayant permis la communication marine transsaharienne, tant au Crétacé qu'à l'Eocène. Ce point de vue a été entièrement confirmé par les études de H. RADIER (1953).

Source : MNHN, Paris

L'âge de ce Paléocène régressif est encore confirmé par sa flore fossile, marquée par la présence de genres spécifiquement tertiaires, signalés par E. Boureau dans le niveau à *Ceratodus* d'Asselar (récoltes Monod), plus au Nord (récoltes Cornet) et même au Nord du Hoggar, sur la Hamada de Tinghert (récoltes J. P. Lefranc). C'est la base même du Continental terminal, qui comprend tout le Tertiaire.

Une transgression yprésienne survient, puis la mer se retire définitivement. Son départ est souligné par les dépôts phosphatés de Tamaguilel.

Le Continental terminal recouvre maintenant d'immenses surfaces à l'Ouest de l'Adrar des Iforas et sur la rive gauche du Niger, en aval du seuil de Tosaye. L'extrême fin de l'Yprésien et le Lutétien ont livré de curieux Mollusques continentaux, des *Pseudoceratodes* étudiés par P. Jodot (1953) et l'Oligocène est précisé par un Mammifère, *Moeritherium* (Kikoine et Lavocat, 1950). L'Oligo-Miocène en général contient des Bois silicifiés publiés par E. Boureau, et F. Tessier (1954) indique la présence de plusieurs niveaux d'oolithe ferrugineuse dans ce Continental terminal qui est revêtu d'une carapace latéritique ferrugineuse, surtout pliocène.

A. Cornet, R. Karpoff, R. Furon, H. Radier ont étudié les déformations anciennes et récentes de tout cet ensemble sédimentaire.

BIBLIOGRAPHIE.

Karpoff (R.). — La bordure primaire de l'Adrar des Iforas. *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 1947, pp. 187-189.

Boureau (E.). — Sur la présence d'une flore carbonifère dans l'Aïr. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1953, (6), t. 3, pp. 293-298, 1 pl.

Joulia (.), Lapparent (A. F. de). — Découverte de la série paléozoïque sur la bordure occidentale du massif de l'Aïr (Sahara méridional). *C. R. Ac. Sc.*, 1954, t. 238, pp. 2545-2547.

Chudeau (R.). — Excursion géologique au Sahara et au Soudan (mars 1905-déc. 1906). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1907, (4), t. 7, pp. 319-346, 1 pl.

Furon (R.). — Le Crétacé et le Tertiaire du Sahara soudanais. *Archives Muséum Nat. Hist. Nat.*, 1935, (6), t. 13, pp. 1-95, 7 pl.

Perebaskine (V.). — Contribution à l'étude géologique du Soudan oriental. Thèse, 1933. *Bull. Ag. gén. Colonies*, n° 286, 287, 288, 11 fig., 9 pl., 1 carte.

Arambourg (C.), Schneegans (D.). — Vertébrés et Invertébrés fossiles du bassin du Niger (Matériaux Lambert). *Bull. Direction Mines A.O.F.*, 1943, n° 7.

Lapparent (A. F. de). — Sur la stratigraphie du Tamesna (Sahara méridional). *C. R. Ac. Sc.*, 1953, t. 236, pp. 2255-2257.

Lavocat (R.) et Ramier (H.). — Sur la présence au Soudan français d'importants gisements de Vertébrés fossiles. *C. R. Ac. Sc.*, 1953, t. 237, pp. 1100-1102.

Karpoff (R.) et Visse (L.). — Les phosphates du Sahara soudanais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1950, (5), t. 20, pp. 125-131, 1 fig.

Marie (P.). — Sur *Laffitteina bibensis* et *L. Monodi*, n. g. et n. sp. de Foraminifères du Montien. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1945, (5), t. 15, pp. 419-433, pl. 5.

Radier (H.). — Contribution à l'étude stratigraphique et structurale du détroit soudanais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1953 (1954), (6), t. 3, pp. 677-696, 3 fig.

Source : MNHN, Paris

ARAMBOURG (C.), KIKOINE (J.) et LAVOCAT (R.). — Découverte du genre *Moeritherium* dans le Tertiaire continental du Soudan. *C. R. Ac. Sc.*, 1951, t. 233, pp. 68-70.

BOUREAU (E.) et MONOD (Th.). — *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 1949, pp. 294-295 ; BOUREAU (E.). — *Bull. Muséum nat. hist. nat.*, 1950, t. 22, pp. 523-528.

JODOT (P.). — Les *Pseudoceratodes* du Nummulitique continental circum saharien. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, (Paléont.), n° 17, 1953, 130 p., 7 pl.

TESSIER (F.). — Oolithes ferrugineuses et fausses latérites dans l'Est de l'A.O.F. *Ann. Ec. sup. Sc. Dakar*, 1954, t. 1, pp. 112-128, 3 pl.

FURON (R.). — Réflexions sur la patéogéographie, la tectonique et la morphologie de l'Afrique nord-équatoriale. *Communc. 19e Congrès Géol. intern.*, Alger 1952, fasc. 20, pp. 41-51.

Source : MNHN, Paris

V. AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE.

1900-1925 : Henry Hubert. De 1925 à 1945. Depuis 1945.
A. Le Sahara occidental. Le XIX^e^ siècle. De 1900 à 1925. De 1925 à 1945 : 1. Le Sahara nord-occidental : Nicolas Menchikoff. 2. Les confins méridionaux : Raymond Furon. 3. La zone centrale : Théodore Monod. Depuis 1945. Géologie appliquée. Bibliographie.
B. Sénégal. C. Guinée française. D. Soudan méridional, Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Dahomey et Togo français.

L'Afrique occidentale française est un territoire immense, mesurant environ 2.500 kilomètres du Nord au Sud, 3.500 de l'Est à l'Ouest et 6 millions de kilomètres carrés, soit les 3/5 de la superficie de l'Europe.

Elle est administrativement divisée en huit territoires : Sénégal, Mauritanie, Soudan, Niger, Haute-Volta, Guinée, Côte d'Ivoire, Dahomey ; auxquels nous ajouterons le Togo français.

L'Afrique occidentale française était connue depuis l'Antiquité pour ses ressources en or (Bambouk, pays Lobi et Côte d'Ivoire). Par la suite, on connut ses exploitations de sel en plein Sahara, à Teghaza, puis Taodéni. Enfin, la latérite est exploitée depuis longtemps par les indigènes, comme minerai de fer.

En dehors du commerce, ce fut naturellement l'Or qui attira les Européens. D'après Barrat (1896) et L. De Launay (1903), les exploitations indigènes étaient connues des Européens au XIV^e^ siècle. Un trafic commercial s'organisa rapidement sur la Côte. Au début du XX^e^ siècle, une fièvre de l'or s'empara de nombreux prospecteurs et financiers, sans aboutir d'ailleurs.

Quant à la recherche géologique, elle fut tout à fait sporadique, les premiers renseignements furent apportés par des marins et des militaires. Ce n'est guère qu'à partir de 1900 que les géologues y prennent part. Nous en verrons le détail en étudiant chaque territoire, ne voulant signaler ici que les travaux ayant trait à l'*ensemble* de l'Afrique occidentale française.

1900-1925 : Henry HUBERT († en 1941).

La première vue d'ensemble paraît être celle de Jean Chautard, imprimée à Gorée en 1906 et intitulée : « Etat actuel de nos connaissances sur les formations sédimentaires de l'Afrique occidentale tropicale ».

Source : MNHN, Paris

Ensuite, nous trouvons le nom de celui qui fut vraiment le père de la géologie de l'A.O.F. : Henry Hubert.

Henry Hubert, Licencié ès sciences et jeune Administrateur des Colonies, écrivit sa première note au Muséum, en 1903, sur des roches provenant des rapides du Niger, au Sud de Niamey.

En 1906, il est chargé de mission au Dahomey. Il va en étudier la géographie physique et la géologie, y trouvant les matériaux d'une Thèse de doctorat, publiée en 1908. Attaché à la Direction générale des Travaux Publics, Henry Hubert va consacrer toute sa carrière à l'Afrique occidentale, parcourant tous les territoires et publiant 91 notes de géologie avant 1927. A partir de cette date, la réorganisation administrative éloigna de la géologie celui qui avait fait le plus pour elle et il se consacra désormais surtout à la Météorologie, dont on l'avait nommé Inspecteur général.

Parmi ses travaux d'ensemble, il faut citer sa première Carte géologique de l'Afrique occidentale (au 5.000.000e) de 1911, qui sera suivie d'une seconde édition en 1919. Parallèlement, il avait mis en route une Carte au 1.000.000e en 12 feuilles. Parurent successivement les Feuilles de Bingerville (1917), Dakar (1920), Bamako (1926), Ouagadougou (1926).

Sa dernière communication importante fut sa conférence de 1932 sur l'A.O.F. et le Togo, publiée par le Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales, accompagnée d'une carte au 10.000.000e.

Pour résumer, disons qu'il présentait ainsi la géologie de l'Ouest africain : une première période « ante-silurienne » comportant des granito-gneiss « archéens » et des « schistes et quartzites redressés » algonkiens (auquel il adjoignait le Tarkwaien). Il ajoutait une quatrième série de roches métamorphiques, les quartzites et les schistes de l'Atacora ; la seconde période était celle des « grès horizontaux » (de l'Ordovicien ? au Carbonifère) ; la troisième période comprenait les dépôts crétacés et tertiaires.

Henry Hubert n'avait pas négligé les matières minérales utiles, dont il publia une carte de répartition en 1922.

On ne saurait trop rendre hommage à Henry Hubert, dont l'œuvre synthétique a couvert toute la période de 1905 à 1925, la période de l'exploration, de la découverte, des tâtonnements difficiles.

Au cours de la même période, nous signalerons les travaux d'ensemble de Paul Lemoine (1913), puis de René Chudeau sur la tectonique (1918), sans oublier naturellement les nombreuses publications d'Alfred Lacroix qui a étudié avec intérêt toutes les roches éruptives de l'Ouest africain.

De 1925 à 1945.

A la suite d'études poursuivies sur le terrain en 1927, 28 et 29, R. Furon présente une nouvelle échelle stratigraphique pour les terrains paléozoïques de l'Afrique occidentale, une Bibliographie des mêmes régions et un « Essai sur l'évolution structurale de l'Ouest africain » (1932-33).

Source : MNHN, Paris

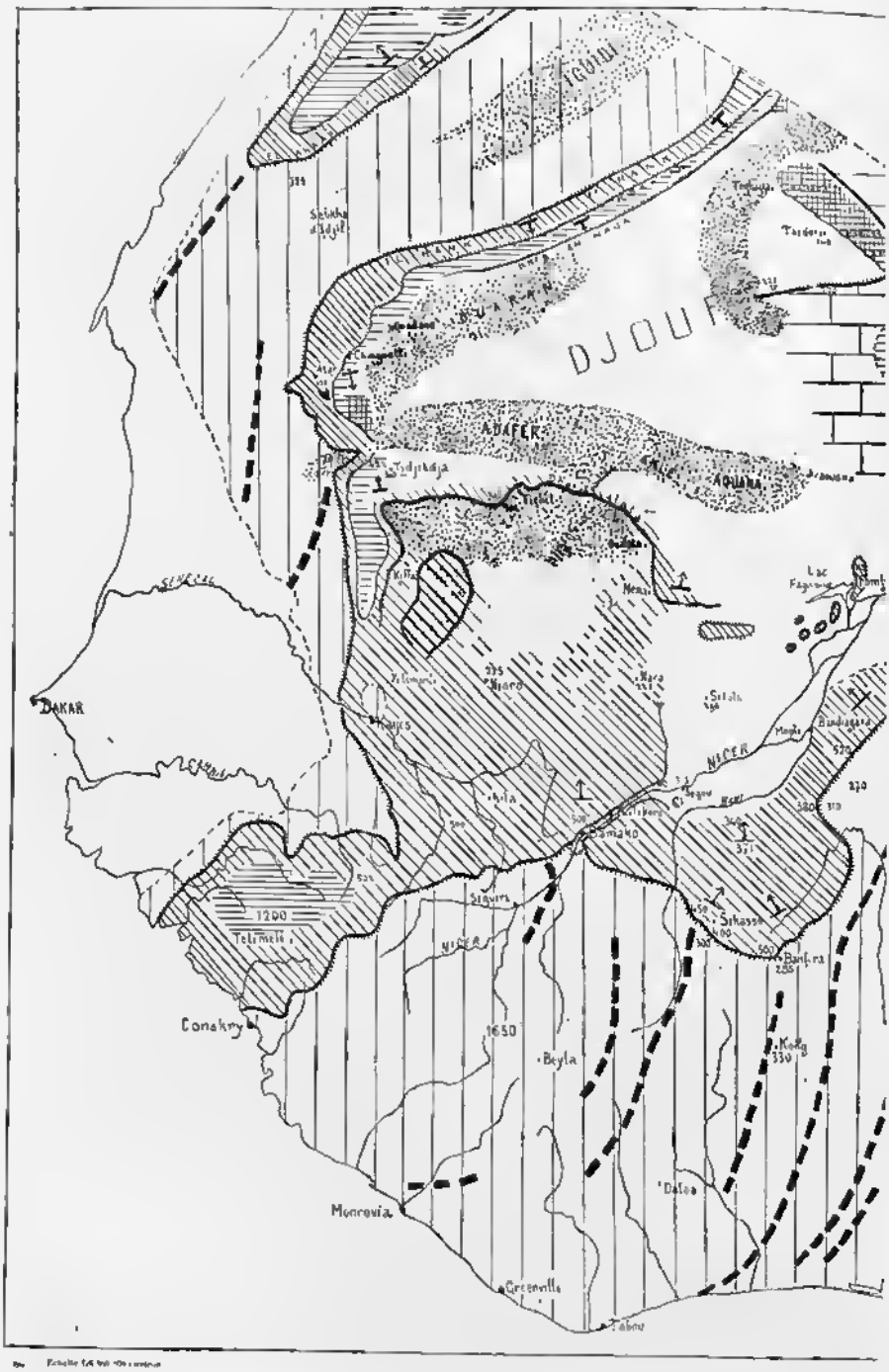
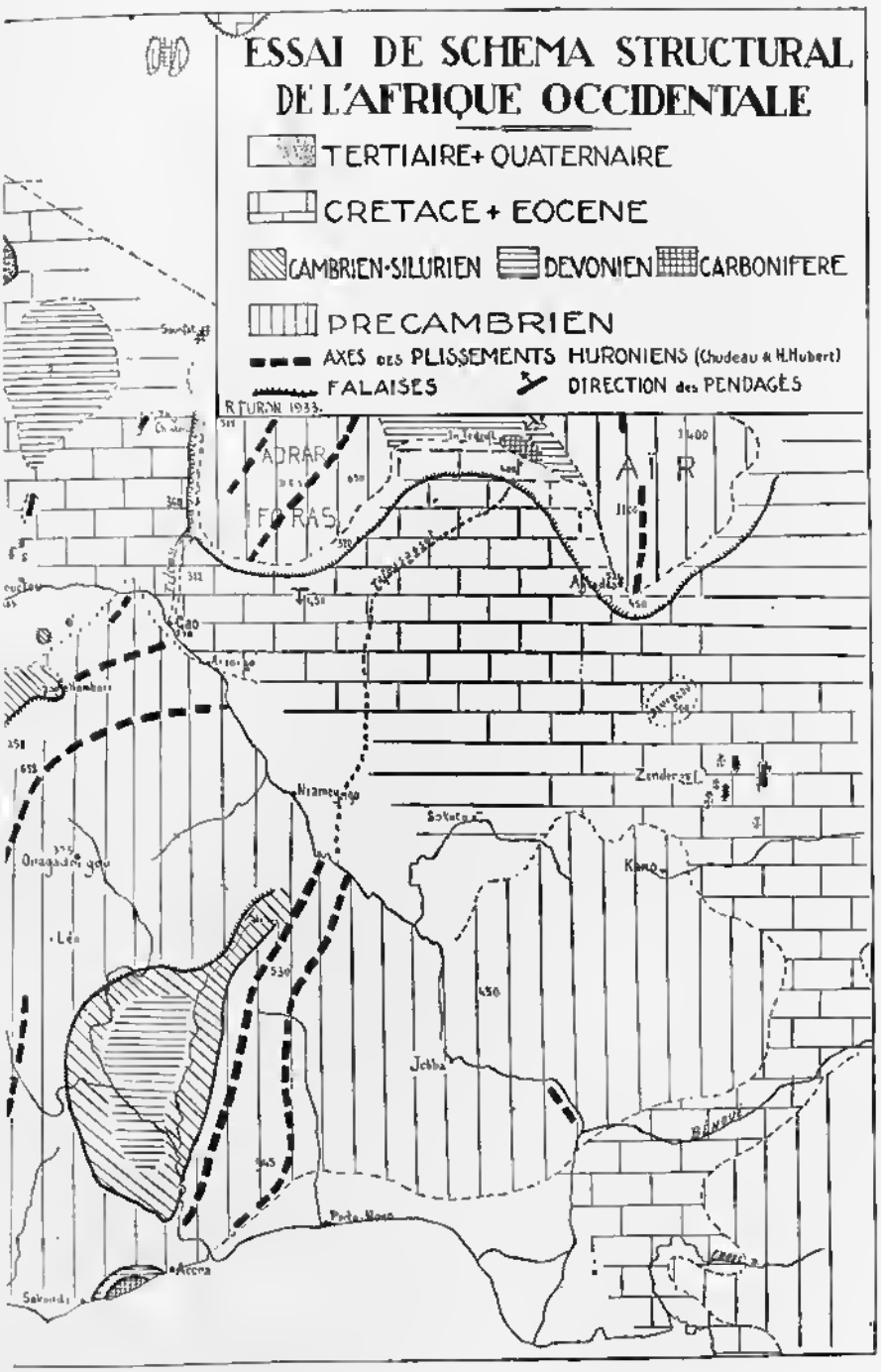


FIG. 10. — Carte structurale de

Source : MNHN, Paris



l'Afrique occidentale (R. Furon, 1933).

Source : MNHN, Paris

Considérant le socle comme précambrien, il substitue aux anciens « grés horizontaux » une série primaire complète : un épisode continental marqué par un conglomérat (d'origine continentale), analogue à celui de l'Afrique équatoriale, une série de schistes et de calcaires à Stromatolithes représentant le Cambrien, des grés ordoviciens, des schistes gothlandiens à Graptolithes connus en Guinée, mais qui existent nécessairement en Mauritanie, du Dévonien en Mauritanie et en Guinée, du Carbonifére inférieur marin.

Viennent au-dessus des niveaux continentaux du Continental intercalaire (affirmé pour la première fois en A.O.F.), puis du Cénomanien marin (également nouveau), du Turonien et du Sénonien, de l'Eocène.

Des notes sur la morphologie et l'évolution du réseau hydrographique complètent cet ensemble, accompagné d'une carte.

Une autre Carte, au 1/5.000.000e, établie par R. Furon, C. Kilian et N. Menchikoff, à l'occasion de l'Exposition Internationale du Sahara (1935), englobe les territoires de l'A.O.F. Elle est présentée à la Société Géologique de France et servira de base à l'établissement des premiéres feuilles de la Carte géologique internationale de l'Afrique, dont la premiére parut en 1937.

En 1930, J. Malavoy, Chef du Service des Mines de l'A.O.F. avait réussi à faire créer un Service Géologique, lequel restait sous la tutelle du Service des Mines. Malheureusement J. Malavoy (mort en déportation pendant la guerre de 1939-45) se heurta à de telles difficultés administratives qu'il décidait en juillet 1935 de renoncer à la vie coloniale. Son successeur, P. Legoux, publia en 1939 une nouvelle synthése et interprétation des doeuments recueillis et une carte géologique au 5.000.000e. L'élément nouveau est l'introduction de « séries intermédiaires plissées » entre le Birrimien et le Cambrien. Le Tarkwaien était admis depuis longtemps, mais des observations de F. Jacquet, J. Malavoy, M. Nicklès et les siennes propres, conduisent P. Legoux à individualiser un Systéme de la Falémé, et d'autres séries, les considérant comme franchement antérieures au Cambrien.

Depuis 1945.

En 1945, G. Arnaud, Chef du Service des Mines, publie un Mémoire sur les ressources minières de l'Afrique occidentale, réparties en provinces.

De 1942 à 1945, Maurice Roques, spécialiste du Précambrien, visite la plus grande partie de l'A.O.F., la Gold Coast et la Nigeria. La synthése de P. Legoux pour l'A.O.F. et celle de N. R. Junner pour la Gold Coast avaient posé de nouveaux problémes. Les auteurs britanniques distinguaient plusieurs vennes granitiques dans le Précambrien.

M. Roques a publié en 1948 un Mémoire fondamental sur la classification des terrains précambriens de l'A.O.F., y voyant de la base

Source : MNHN, Paris

au sommet : le *Dahomeyen* (l'ancien Archéen granito-gneissique), une série de quartzites (devenue l'*Atacorien*), le *Birrimien* (anciens « schistes et quartzites redressés »), le *Tarkwaien*, puis le *Falémien*. Le rôle des granites birrimiens et post-birrimiens est mis en valeur.

La position du Falémien reste toujours discutée : Précambrien terminal, Infracambrien ou Cambrien vrai (?) G. ARNAUD avait avancé qu'il ne pouvait être cambrien, parce qu'il faudrait introduire dans ce Cambrien une phase orogénique inconnue ailleurs dans le monde. En réalité, une telle phase orogénique existe un peu partout et elle est même soulignée à Madagascar par une minéralisation datée (RESAIRIE et HOLMES). R. FURON a toujours été très réticent à l'égard de cette série et Th. MONOD ne la reconnait pas en Mauritanie, où il n'y a pas la moindre discordance visible.

C'est un des problèmes qui restent à résoudre aux géologues de l'Afrique occidentale.

En 1948, la Feuille 4 de la Carte internationale de l'Afrique parait, contenant tous les territoires du Sud de l'A.O.F. (Guinée, Hte Volta, Côte d'Ivoire, Dahomey et Togo).

Enfin, en 1953, une nouvelle édition de la Carte d'A.O.F. (au 6.000.000e) et une Notice paraissent sous la signature de L. MARVIER, complétant les travaux antérieurs et la Bibliographie.

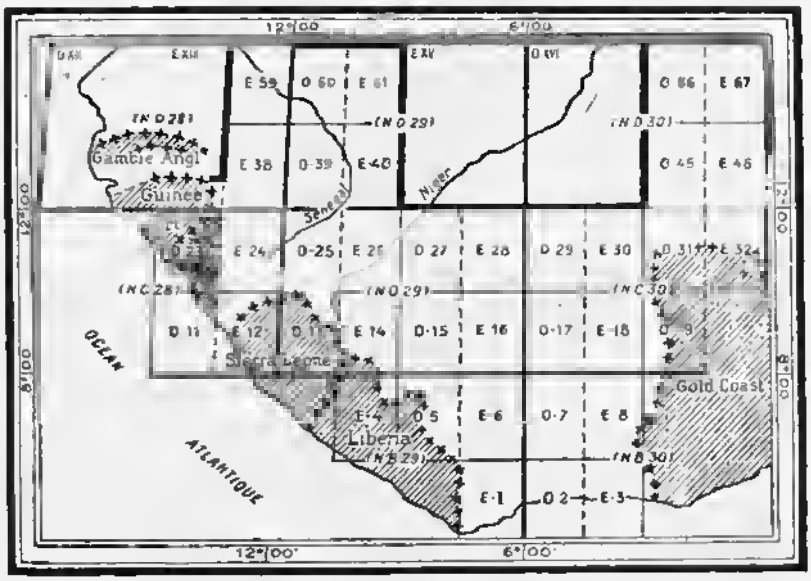


FIG. 11. — Tableau d'assemblage de la Carte géologique de l'A.O.F., en cours de parution.

En 1954, R. FURON publie un Inventaire des Minéraux et des Roches de l'Afrique occidentale complétant le Chapitre consacré à l'Afrique occidentale dans sa « Géologie de l'Afrique » (1950).

Source : MNHN, Paris

L'A.O.F. ne représentant pas une région naturelle, nous étudierons successivement : le Sahara occidental (y compris la zone algéro-marocaine), le Sénégal, la Guinée, puis le groupe : Côte d'Ivoire, Haute-Volta, Dahomey, Togo, Soudan méridional et Niger méridional

Géologie appliquée.

Les ressources minérales utiles ont été partiellement prospectées et certaines sont exploitées. Nous en verrons le détail au cours des divers chapitres. En 1953, la valeur de la production minière de l'ensemble de l'Afrique occidentale était estimée à 2 milliards de francs français et répartie comme suit :

Or	50 kilogs	Ilménite	5.770 tonnes
Diamants	180.000 carats	Phosphate d'alumine	52.000 tonnes
Bauxite	328.000 tonnes	Phos. de chaux.	45.000 tonnes
Minerai de fer..	400.000 tonnes		

BIBLIOGRAPHIE.

HUBERT (H.). — Carte géologique de l'A.O.F. au 5.000.000e et Notice. 1re édition, 1911, 2e en 1919.

— Carte géologique au 1.000.000e : Bingerville, 1917 ; Dakar, 1920 ; Bamako, 1926 ; Ouagadougou, 1926, et Notices.

— Carte des matières minérales utiles, 1922.

HUBERT (H.). — L'Afrique occidentale et le Togo. *in* La Géologie et les Mines de la France d'Outremer, 1932, t. 4, pp. 205-239, 1 carte.

LEMOINE (P.). — Afrique occidentale. *Handbuch der regionalen Geologie*, Heidelberg, 1913, tome 7, fasc. 14.

CHUDEAU (R.). — Recherches sur la tectonique de l'Afrique occidentale. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (4), 1918, t. 18, pp. 54-87, 5 fig.

FURON (R.). — Présentation d'une échelle stratigraphique pour les terrains paléozoïques de l'Afrique occidentale. *C. R. Ac. Sc.*, 1933, t. 197, pp. 1055-1057.

— Essai sur l'évolution structurale de l'Afrique occidentale. *Bull. Agence gén. Colonies*, 1933, n° 293, pp. 1037-1066, 25 fig., 1 carte au 6.000.000e.

LEGOUX (P.). — Esquisse géotogique de l'Afrique occidentale française. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1939, n° 4, 134 pages, 1 carte au 5.000.000e.

ARNAUD (G.). — Les ressources minières de l'Afrique occidentale. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1945, n° 8, 100 p., 18 pl. et *Ann. Mines et Carburants*, 1945, pp. 639-737, 18 pl.

AUBERT DE LA RUE (E.). — Les gisements miniers et minéraux de l'A.O.F. *Mines, Carrières, Gdes Entr.*, 1932, pp. 5-13. Carte.

FURON (R.). — Géologie et ressources minérales de l'Afrique occidentale. *Rev. gén. Sc.*, 1947, t. 54, pp. 60-65.

ROQUES (M.). — Le Précambrien de l'Afrique occidentale française. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1948, (5), t. 18, pp. 589-628, 5 fig., 3 tabl.

— Géologie de l'Afrique occidentale française. *Encyclopédie maritime et coloniale*, 1949. t. 1, pp. 197-204.

AUBERT (G.). — Les Sols de l'A.O.F. *Ibidem*, t. 1, pp. 205-216.

Source : MNHN, Paris

FURON (R.). — Géologie de l'Afrique. 1950.

MARVIER (L.). — Notice explicative de la Carte géologique d'ensemble de l'Afrique occidentale française. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1953, n° 16, 99 p., 1 carte (Bibliographie 1939-1952).

FURON (R.). — Inventaire des minéraux et des roches de l'Afrique occidentale. *Mém. Muséum Nat. Hist. Nat.*, 1954, (Sc. de la Terre), t. 4, fasc. 2, pp. 177-291.

CHAILLEY (Commandant). — Les grandes missions françaises en Afrique occidentale. *Publ. de l'IFAN, Initiations africaines*, 1953, fasc. 10, 145 pages, 75 fig., 1 carte.

BLONDEL (F.) et DAUMAIN (G.). — Bibliographie géologique et minière de la France d'Outre-mer. 1941, t. 2, *in* : Afrique française, pp. 423-640.

Source : MNHN, Paris

A. LE SAHARA OCCIDENTAL.

Le Sahara occidental sera ici la région qui s'étend de la côte atlantique à l'Ouest jusqu'aux contreforts du Hoggar à l'Est. Au Sud, il comprendra une partie des régions soudanaises situées au Nord du Sénégal et du Niger. Au Nord, on y inclut le Synclinal de Tindouf, les chaînes d'Ougarta et la Saoura.

Trois noms domineront l'histoire de la découverte géologique du Sahara occidental : René CHUDEAU (1864-1921), Nicolas MENCHIKOFF et Théodore MONOD.

Deux morts sont à évoquer : F. JACQUET, assassiné en Mauritanie en 1937 et A. MEYENDORFF, mort de soif dans le Tanezrouft en 1942. On pourrait y ajouter René CHUDEAU, le père de la géologie saharienne, abandonné par l'Administration après 15 ans d'explorations scientifiques, et mort de faim, à Paris, en 1921.

Le XIX[e] siècle.

La première exploration du Sahara occidental est celle de René CAILLIÉ en 1828, qui réussit à se rendre du Sénégal au Maroc en passant par Tombouctou. Ce voyage étonnant ne nous apporte malheureusement pas de renseignements géologiques sur le Sahara. Rappelons que le Gouvernement français reconnaissant à l'illustre explorateur, le nomma « Résident de Bamako », à une époque où personne n'envisageait l'extension de l'influence française au Soudan. Bamako ne sera occupé qu'en 1883.

Les premiers renseignements d'ordre géologique semblent être ceux du Capitaine britannique BELCHER, sur la côte du Cap Blanc, en Mauritanie (1835). Ensuite, c'est un jeune Sénégalais, Léopold PANET, qui se faisant passer pour un Chrétien converti à l'Islam, fait un voyage de St-Louis à Mogador en passant par Chinguetti, en 1850. Il cite des roches de l'Inchiri et de l'Adrar. La Capitaine VINCENT pénètre aussi en Mauritanie en 1860.

De 1886, date l'ouvrage d'Oskar LENZ dont nous avons déjà parlé, mais qui ne concerne pas vraiment notre région.

Il faut attendre la pénétration française pour avoir des renseignements utilisables.

En 1879, une Commission dite du Transsaharien fut constituée au Ministère des Travaux Publics et le Ministre de la Marine, l'Amiral JAURÉGUIBERRY décida de reprendre les projets de FAIDHERBE en direction du Niger. La création d'un chemin de fer de Kayes au Niger est décidée. Kita est occupée en 1881, Bamako en 1883. Le Lt de Vaisseau BOITEUX entre à Tombouctou en fin 1893, mais il y est bloqué et c'est le Commandant JOFFRE qui s'empare de la cité le 12 janvier 1894.

Fort peu de temps après, au mois de juillet 1899, un Botaniste français, Auguste CHEVALIER, herborisait assez imprudemment dans

Source : MNHN, Paris

les dunes de la région de Tombouctou, lorsqu'il recueillit une coquille marine, une Marginelle. Les indigènes lui en apportèrent beaucoup d'autres mêlées à des Colombelles. Le tout provenait des argiles sableuses de Kabarah, le port de Tombouctou. Ces coquilles furent déterminées par MABILLE, Assistant de Zoologie, comme étant des *Marginella Egouen* et *Columbella mercatoria*, fossilisées, de plus petite taille que les espèces vivantes de la côte de Mauritanie. A. CHEVALIER publia ces observations en 1901, posant la question d'une mer saharienne quaternaire, dans la région de Tombouctou.

Ces observations furent complétées par R. CHUDEAU en 1909. CHUDEAU admit un instant l'hypothèse de la mer quaternaire, mais y renonça en novembre 1909, ayant appris que les indigènes affirmaient que ces coquilles (*koroni*) étaient d'anciennes monnaies venant de Mauritanie. En 1932, A. CHEVALIER retourne à Tombouctou, reprend son enquête, trouve des Marginelles partout dans le Sahel. L. GERMAIN détermine une dizaine d'espèces. La mer saharienne aurait donc existé ? La solution fut apportée par Th. MONOD, en 1935. Il récolta 10.000 coquilles. C'étaient 9.500 Marginelles, 500 Colombelles et quelques petites espèces, mais aucun Lamellibranche. Le tout provenait bien de la côte de Mauritanie et avait servi de monnaie avant l'introduction des « cauries » (*Cypraea moneta*) vers le XV^e^ siècle.

Revenons en arrière, au XIX^e^ siècle, et dans l'Ouest du Sahara.

En 1900, une Mission dirigée par BLANCHET, avec JOUINOT-GAMBETTA et le Géologue DEREIMS, se rendit à Atar avec une petite escorte. L'Emir de l'Adrar la fit prisonnière et la retint captive pendant 78 jours, jusqu'au paiement d'une rançon suffisante. DEREIMS qui avait manqué mourir de soif au cours de l'affaire avait sauvé ses carnets de route et découvert des fossiles dévoniens dans l'Adrar, où il indiquait trois falaises successives. Ces falaises semblaient d'origine tectonique, limitées par des failles ; cette hypothèse n'était pas exacte, mais fut longtemps admise.

De 1900 à 1925.

Tout à fait au Nord du Sahara occidental, dans la région de la Saoura et d'Ougarta, la première étude d'ensemble est due à E. F. GAUTIER qui, au cours de sa mémorable traversée du Sahara, descendit en 1903 la vallée de la Saoura et put recouper les chaînes d'Ougarta jusqu'à Tabelbala. Bien que géographe et non géologue, GAUTIER fit des observations intéressantes et ses récoltes permirent à E. HAUG de signaler pour la première fois l'existence de riches faunes à Goniatites et à Clyménies dans le Dévonien de la Saoura.

Quelques années plus tard, en 1914, le Lieutenant Fr. REY découvrit des Graptolithes dans la chaîne d'Ougarta.

En 1907-08, G. B. M. FLAMAND avait fait connaître la présence du Carbonifère continental dans le Sud-oranais. Ce fut exactement le 1^er^ mai 1907, que FLAMAND observa et détermina l'âge de lits charbon-

Source : MNHN, Paris

neux à Végétaux fossiles, en présence du Capitaine ANTHOINE et du Lieutenant HUOT, au lieu dit Haci Hadri (aux environs de Kenadsa). Dès son retour à Colomb Béchar, G. B. M. FLAMAND fit part de sa découverte au Lt Colonel PIERRON et au Capitaine MAURY, puis à l'Académie des Sciences, dans une Note du 16 juillet 1907. Pendant ce temps-là, te Capitaine MAURY poursuivait les recherches sur le terrain et mettait à jour la flore fossile de Gueltet Ahmed ben Salah (15 juin). Il est rendu compte de tous ces faits dans le C. R. de la Campagne 1907-08 du Service géologique des Territoires du Sud, et à la Société Géologique de France (16 mars et 27 avril 1908). On sut que les lits de charbon de Kenadsa contenaient les mêmes plantes que le Carbonifère du Nord de la France, mais personne ne soupçonna l'intérêt économique que cela pourrait bien avoir.

G. B. M. FLAMAND continua ses observations dans le Sahara algérien et les résuma dans sa Thèse de Doctorat, soutenue en 1911 ; c'est un monument scientifique que l'on consulte encore avec beaucoup d'intérêt.

En Mauritanie, les difficultés de la pénétration retardent le travail géologique. Ce sont des Officiers qui recueillent des échantillons : le Capitaine GÉRARD, le Capitaine THÉVENIAUT, puis le Colonel MODAT en 1916.

Mais c'est surtout René CHUDEAU qui va continuer dans le Sahara occidental le travail entrepris dans le Sabara central. CHUDEAU, figure centrale de toute cette époque était un Naturaliste complet, étudiant tout : la géologie, la hotanique, la zoologie, l'etbnographie et la préhistoire.

Cet homme extraordinaire voyageait souvent sans escorte, car il estimait plus facile de circuler avec un guide, qu'en accompagnant les « Groupes nomades », car, disait-il, les Maures n'auraient pas l'idée d'attaquer un Géologue n'ayant d'autre arme qu'un marteau. Et à partir de ce raisonnement exact, il passait partout, disparaissait pendant plusieurs mois et reparaissait, dénué de tout, sans bagages personnels bien sûr (des *impedimenta !*), mais surveillant ses récoltes de cailloux ou de plantes.

En 1908, il donne ses premières notes, sur le Golfe de Mauritanie qu'il a parcouru de St-Louis à Port-Etienne. Un autre voyage est marqué par sa note de 1910, puis il commence à s'intéresser à la zone inconnue, à Taodéni. En 1910, il écrit quelques pages à ce sujet d'après les notes du Capitaine GROSDEMANGE, et l'année suivante, paraît le volume consacré aux recherches de la Mission GRUVEL. CHUDEAU y brosse un tahleau de la géologie de la Mauritanie.

Il tourne à nouveau ses regards vers le bassin de Taodéni, qui a été visité par le Capitaine CORTIER en 1906, par le Lt MUSSEL et le Capitaine NIÉGER au cours de la tournée du Lt-Colonel LAPERRINE, venant d'Acbourat. Le Capitaine NIÉGER publie une étude sur le sel d'Agorgott. G. B. M. FLAMAND signale l'existence du Carbonifère à Taodéni (1907).

C'est en 1915 que CHUDEAU publie ses observations personnelles

Source : MNHN, Paris

sur un voyage de Tombouctou à Kidal, via Taodéni, ce qu'il appelle à la Société Géologique « Excursion géologique au Nord et à l'Est de Tombouctou ». Il a vu l'Azaouad et le Djouf, il décrit l'étrange dépression du Faguibine. En 1918, Chudeau exprime son opinion sur la tectonique de l'ensemble de l'Ouest africain, englobant tout le Sahara occidental et on reste un peu surpris en 1954 de voir tout ce qui était déjà acquis, même dans le doute et l'imprécision.

A partir de maintenant, nous allons entrer dans une nouvelle période, l'entracte entre deux guerres. Le travail s'organisant autrement, nous devrons présenter aussi le sujet d'une manière différente. Nous diviserons le terrain en trois régions : le Sahara nord-occidental (algérien), les Confins méridionaux (le Sahel mauritanien et soudanais), et la zone centrale dépendant de l'A.O.F.

De 1925 à 1945.

1. Le Sahara nord-occidental : Nicolas Menchikoff.

Nicolas Menchikoff, élève de Louis Gentil, fut orienté vers l'étude du Sahara nord-occidental au printemps 1923. Louis Gentil et le Colonel Lamotte eurent l'heureuse idée d'adjoindre un géologue aux brigades topographiques qui commençaient à opérer au Sahara. Menchikoff fut agréé tout de suite, mais il fallut un an de correspondances administratives pour régulariser la situation. Menchikoff ne peut partir qu'en octobre 1924 pour la région de Colomb Béchar déjà un peu connue, mais au delà de laquelle on ne sait plus grand' chose. Dans la Saoura et les chaînes d'Ougarta, on ne connaissait encore que des gisements isolés de Dévonien et de Gothlandien. Menchikoff établit l'âge cambro-ordovicien des « grès d'Ougarta » et découvre des niveaux dévoniens à Goniatites et Clyménies, rattache le Carbonifère à celui de Colomb Béchar, donne les grandes lignes de la tectonique. En 1925, il est allé jusqu'au Nord de la Seguiet el Hamra avec le Groupe Mobile de la Compagnie saharienne de la Saoura, expédition autant militaire que géologique.

N. Menchikoff s'en fut passer quelque temps dans le désert de Libye, puis revint dans le Sud-algérien en janvier 1928. Il étudie d'abord les niveaux primaires de la Saoura entre Beni Ahbés et Igli, puis part à l'Ouest avec la reconnaissance des Compagnies sahariennes de la Saoura et du Touat. L'expédition était commandée par un Officier géologue, le Capitaine Ressot ; elle s'en fut de Tabelbala jusqu'à Aouinet Legra, puis de là à Tindouf et revint par un autre itinéraire. C'était, à cette époque, un exploit, car le Tafilalet n'était pas encore soumis et toute cette région avoisinante était en pleine « zone d'insécurité », y compris la vallée du Guir.

N. Menchikoff regroupa toutes ses observations et en fit une Thèse de Doctorat (1930). Il reconnaît un « synclinal de Tindouf » dont le sommet est occupé par les terrains de Hamada. Au Nord, la

Source : MNHN, Paris

coupe complète commence avec le Carbonifère inférieur au sommet et descend jusqu'au Cambrien de la vallée du Dra. Sur le versant Sud, on trouve du Carbonifère moyen continental, puis du Carbonifère inférieur marin, du Dévonien, du Gothlandien et de l'Ordovicien, mais pas de calcaires cambriens et on touche le Précambrien des Eglab.

Dans le même temps, F. DAGUIN étudiait la vallée du Guir (1929).

Qu'y avait-il au Sud des Eglab ? On connaissait l'existence d'une falaise, le Hank, qui avait été reconnue par le Capitaine RESSOT, lequel y avait recueilli des pierres étranges, cylindriques et zonées, qui furent déterminées à Alger comme des troncs d'arbre et attribuées au Crétacé inférieur. Ceci figure sur la Carte publiée à l'occasion du Centenaire de l'Algérie et ne parut nullement extraordinaire à cette époque (1930).

En 1932, après avoir décrit le Dévonien de Bou-Bernous et de la bordure de l'Iguidi, Nicolas MENCHIKOFF traverse le massif cristallin du Nord au Sud et touche la falaise du Hank à Chenachane. Il la suit vers l'Ouest, sur 300 km, jusqu'à Mzerreh. Il constate que la base est constituée par des arkoses et des conglomérats, que la falaise elle-même est formée de calcaires dolomitiques, récifaux, construits de Stromalolithes columnaires (les fameux troncs d'arbres !) qui étaient des *Conophyton*, et de coupoles (les *Collenia*). Le niveau pouvait être très ancien, probablement cambrien. Nicolas MENCHIKOFF écrivit tout cela dans une Note à l'Académie du 24 avril 1933. En deux pages, il allait provoquer une réaction en chaîne et éclairer la géologie du Sahara occidental, dont il avait pu fixer l'élément essentiel, inconnu dans le Sahara central, et *prouvant par la présence du Cambrien*, l'âge précambrien de la totalité du socle cristallin et métamorphique.

2. LES CONFINS MÉRIDIONAUX : RAYMOND FURON.

Sur les confins méridionaux, dans la zone sahélienne de Mauritanie et du Soudan, R. FURON avait établi de 1927 à 1929 une stratigraphie des terrains primaires. Accompagné de M^me^ FURON, il reconnut le Hodh et la falaise de Néma au cours d'une tournée d'Inspection des Méharistes du Groupe Nomade du Hodh. C'était une région tout à fait inconnue à cette époque, et même interdite aux civils. Le retour se fit par Timbédra et Nioro où FURON reconnut une grande étendue de calcaires dolomitiques, puis l'année suivante, il étudia le Kaarta, définissant une « série schisto-calcaire » séparée du Précambrien par un conglomérat. C'est cette série schisto-calcaire qui constitue la base des falaises de la cuvette de l'Aouker. En 1928, passant dans le Macina, il suit vers le Nord les effluents du Niger moyen et montre qu'il s'agit de la moitié occidentale du delta du Niger quaternaire, qui envoyait ses eaux jusque dans l'Aouker en passant entre Nara et Néma. En s'éloignant du Niger, les cotes sont successivement de 300, puis 290 à Sokolo, 274 à la mare de Fodéré et moins encore plus au Nord-Ouest.

La réalité de cette hypothèse, suivie sur le terrain, fut démontrée

Source : MNHN, Paris

quelques années plus tard par le Commandant URVOY qui fit un levé topographique et trouva 200 m seulement à la mare de Mahmoudé, puis 160 et même 150 dans le Baten, au Nord-Ouest de Oualata.

Reprenant son travail vers l'Ouest, R. FURON étudie toute la zone située au Nord du fleuve Sénégal, constituée par cette série schisto-calcaire, surmontée de grés et fort riche en sills et dykes de dolérite. Il s'agit d'ailleurs d'un des plus grands laccolithes du monde.

L'interprétation de tout cela restait difficile, faute de fossiles et l'Administration s'opposait absolument à tout raid vers le Nord, celui dans l'Aouker ayant été peu goûté.

Continuant l'étude de ses matériaux au Muséum, aprés un séjour en Afrique équatoriale, R. FURON précise le sens exact de ses observations lorsque N. MENCHIKOFF revint de sa tournée de 1933 dans le Hank, où il avait trouvé des Stromatolithes cambriens. Il n'y avait pas de Stromatolithes dans le Hodh, ni à Nioro, mais la falaise était bien la même. Elle se suivait de Chenachane à Atar, puis jusqu'au Sénégal et en Guinée. C'était son homologue qui limitait la cuvette de l'Aouker. Cette identification des Stromatolithes cambriens permet à H. HUBERT de leur rapporter les anciens « troncs d'arbres calcifiés quaternaires » de la région d'Atar, sans vouloir les dater toutefois (15 mai 1933) et R. FURON n'hésite plus à dater la série schisto-calcaire qu'il avait découverte, en l'attribuant au Cambrien (19 juin 1933). Le 6 novembre de la même année, il présente une nouvelle échelle stratigraphique pour les terrains primaires de l'Ouest africain, résumant le schéma développé dans son « Essai sur l'évolution structurale de l'Afrique occidentale », accompagné d'une carte (juin 1933) et d'un exposé général, montrant la nécessité de faire une coupe exacte des falaises de Mauritanie, où la série primaire était nécessairement complète, et de revoir Taodéni où la lacune supposée entre le Précambrien et le Carbonifère était invraisemblable. Il montrait en même temps le rôle encore méconnu des mouvements orogéniques récents, Quaternaire inclus, et celui de l'érosion à laquelle était due la dépression de l'Aouker bordée de falaises aussi bien que les buttes de grès de la région du Faguibine qui n'étaient que des buttes-témoins du plateau de Néma.

Il allait être donné à Th. MONOD de pouvoir parcourir en tous sens le Sahara occidental dépendant de l'Afrique occidentale française et de résoudre brillamment tous les problémes en suspens.

3. LA ZONE CENTRALE : TH. MONOD.

En 1923, Théodore MONOD, jeune Zoologiste chargé de mission en Mauritanie, en résidence à Port-Etienne, obtient l'autorisation de gagner Saint-Louis du Sénégal par voie de terre et de recueillir des informations géographiques. Naturaliste complet, MONOD fait des observations géographiques certes, mais aussi météorologiques, etbnographiques, préhistoriques, botaniqués, zoologiques et géologiques. Ces 800 kilomètres de désert ne lui ont pas déplu ; il y reviendra.

Source : MNHN, Paris

En 1927-28, il accompagne la Mission Augiéras-Draper, avec J. Bourcart et Vl. Besnard, et rapporte l'Homme fossile d'Asselar.

En 1929-30, Méhariste de 2e classe, il nomadise dans l'Ahnet où nous avons signalé précédemment son passage et son œuvre. C'est là qu'il fait vraiment son apprentissage de Saharien.

En 1934, il est chargé d'une mission en Mauritanie et au Soudan. Il va voyager pendant quinze mois. Partant de Saint-Louis du Sénégal en mars, il se rend d'abord à Atar, puis aux salines et à la koudia d'Idjil, revient à Atar, circule dans l'Adrar mauritanien, va jusqu'à Ouadane, revient, traverse le Tagant, descend dans l'Aouker, passe à Tichitt, Oualala, Néma et arrive à Tombouctou le 25 octobre. Il en repart quatre jours plus tard avec l'azalaï d'hiver, pour Araouan et Taodéni, puis Teghazza, la ville du sel. S'agrégeant au « Groupe nomade », il visite El Guettara, In Dagouber, longe la falaise du Khnachiche, passe à Agarektem et arrive au Hank (à Chegga) le 21 janvier 1935. Le retour se fait par Tinioulig, l'Erg Chech, le Mériyé et Araouan (16 mars 1935), Asselar et Tombouclou.

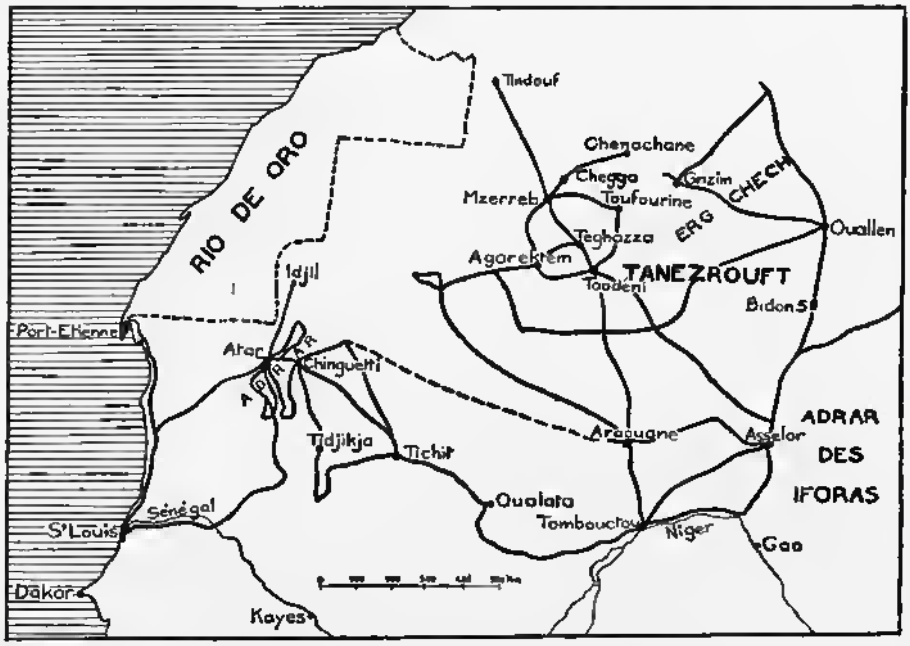


Fig. 12. — Principaux itinéraires de Th. Monod dans le Sahara occidental.

Ce voyage extraordinaire eut des conséquences sérieuses pour la géologie du Sahara occidental. Tout d'abord, Th. Monod put établir la première coupe correcte de l'Adrar mauritanien, montrant que ses jeux de falaises ne correspondaient pas du tout à des failles, mais simplement à l'érosion de sédiments primaires de nature variée. Il établit la succession complète, depuis les grès de base et le Cambrien

Source : MNHN, Paris

dolomitique à Stromatolithes jusqu'au Dévonien supérieur, en passant par l'Ordovicien (grés à Tigillites) et les schistes gothlandiens à Graptolithes, découverts le 27 juillet 1934, au Sud de Niémilane. Cette analyse du Primaire mauritanien se raccorde au Nord avec celle de MENCHIKOFF, au Sud avec celle de FURON. Au Nord de Tombouctou, la traversée complète du bassin de Taodéni est un autre évènement : tous les niveaux sont trouvés : Cambrien du Hank, Ordovicien gréseux, Gothlandien à Graptolithes de Tinioulig, Dévonien de Teghazza, Carbonifère marin et continental de Taodéni. N. MENCHIKOFF et Th. MONOD publient en commun une Note à l'Académie en janvier 1936. MONOD montre encore que la série primaire est bien homogène, qu'il n'y a pas de volcans à Taodéni, mais des filons de dolérite qui s'entrecroisent et constituent un étrange paysage cloisonné, que la falaise du Khnachiche est bien en « Continental intercalaire ». Les dépôts quaternaires ont retenu son attention, ainsi que la stratigraphie de la région d'Asselar.

Pourtant Th. MONOD était rentré à Paris insatisfait : il n'avait pu traverser le Tanezrouft central et cette lacune le gênait en interrompant la connaissance de l'extension vers l'Est des affleurements de Primaire et de Précambrien.

En novembre 1935, il réussit à rejoindre le Groupe Nomade du Timétrine qui part pour la grande tournée d'hiver. Il gagne Taodéni, puis Oum el Assel, Toufourine et Mzerreb au bord du Hank, traverse la dorsale cristalline de l'Iguidi, touche Tindouf et se raccorde au terrain de MENCHIKOFF. Il revient à Taodéni par un autre chemin, quitte In Dagouber le 3 février avec le Lt BRANDSTETTER, traverse le Tanezrouft et atteint Ouallen le 14. MONOD est déçu, il n'a pas vu un seul affleurement intéressant ; il n'y a que du reg et du « continental ». Alors, il recommence la traversée, en sens inverse et s'enfonce dans l'Erg Chech où il trouve enfin ce qu'il cherchait aux environs de Grizim. De là, il regagne le Touat, puis le Muséum. Parmi tant de découvertes nouvelles, MONOD montre le passage de la dorsale cristalline de l'Iguidi au Hoggar, il a trouvé des Végétaux dans le Westphalien de Taodéni, concordant sur le Dinantien marin.

Ces voyages mémorables ont apporté de tels résultats qu'on serait tenté de ne plus parler de rien, ni de personne d'autre, ce qui serait fort injuste.

A la même époque, mais un peu plus tard, Fernand JACQUET, géologue du Gouvernement général de l'A.O.F., était chargé de l'étude de la Mauritanie. Il retrouva à son tour les schistes à Graptolithes de Charania et toute la série déjà vue par MONOD dans l'Adrar, puis il dirigea ses pas vers les régions presque inconnues de la bordure primaire qui limite au Nord le Cristallin des Eglab. On n'en connaissait que quelques fossiles dévoniens recueillis par le Colonel MOURET, près de la guelta de Zemmour.

Il donne un premier aperçu de ses observations à la Société géologique de France, puis en novembre 1936, il repart pour la Mauri-

Source : MNHN, Paris

tanie. Le 8 avril 1937, il quitte Haci el Motlch pour Akjoujt, accompagné de deux Maures. It est assassiné pendant le trajet.

Les matériaux de ses campagnes précédentes furent mis en œuvre par ses collègues et amis : Mme JÉRÉMINE a étudié les roches éruptives, N. MENCHIKOFF et M. NICKLÈS le Primaire du pays Mechems et du Zemmour (1942) et M. NICKLÈS les Graptolithes du Gothlandien de l'Adrar (1947).

Parmi les documents les plus importants, rappelons que F. JACQUET a montré que les calcaires cambriens à Stromatolithes qui étaient absents au Sud de Tindouf se retrouvent au SW dans le Zemmour où la série est complète.

La guerre survient. Un dernier drame va se produire au Sahara occidental, la mort d'André de MEYENDORFF, le 7 avril 1942, âgé de 24 ans.

André de MEYENDORFF était un élève de N. MENCHIKOFF qui l'avait d'abord conduit dans le Gourara en 1937. En 1938, il découvre 8 zones à Goniatites puis ses levés s'étendent jusqu'au Touat, rejoignant ceux de MENCHIKOFF. On le trouve ensuite élève-officier à l'École de Fontainebleau, puis il retourne au Sahara en 1941-42, avec MENCHIKOFF qui continue le travail sous l'égide du « Méditerranée-Niger », la nouvelle formule du célèbre Transsaharien. MEYENDORFF traverse l'Erg Chech, atteint Taodéni, puis décide de rejoindre seul le Bas Touat, juste accompagné de deux guides. Il manqua le puits de Rezegallah en pleine nuit, tomba sur un autre puits à sec, puis une petite mare d'eau amère dans un creux de l'Erg. Les trois se jetèrent sur ce liquide. MEYENDORFF et un des guides moururent le 7 avril, le second guide, très malade, s'attacha sur son chameau et put rejoindre Reggan le 12. L'expédition de secours ne put que ramener les morts.

Depuis 1945.

Après la guerre, une nouvelle équipe intervient qui va s'occuper surtout du Précambrien. Les travaux de A. BLANCHOT et de G. ROCCI permettent de retrouver le Dahomeyen (c'est la « série de l'Amsaga ») et le Birrimien (c'est la « série d'Akjoujt »). P. GEVIN (1951) précise l'âge des rhyolithes des Eglab.

Depuis la mort de F. JACQUET, l'Adrar mauritanien était abandonné. Th. MONOD, devenu Directeur de l'Institut Français d'Afrique Noire à Dakar, y retourne plusieurs fois entre 1948 et 1952 et publie toutes les observations qu'il a faites au cours de six campagnes dont la première date de 1934, dans un gros Mémoire de la Direction des Mines de l'A.O.F. Tout est exposé avec un grand luxe de coupes, de blocs-diagrammes et d'explications. Th. MONOD considère que la base du Primaire commence avec tous ces grès, conglomérats et jaspes qui se trouvent au-dessous des calcaires dolomitiques à Stromatolithes et il ne pense pas pouvoir y trouver ces « séries intermédiaires » vues par certains géologues de l'A.O.F. Il dissèque l'Ordovicien et le

Source : MNHN, Paris

Gothlandien, puis le Dévonien complet. Le Carbonifère ne doit pas exister et le lambeau signalé par CHUDEAU reste introuvable. Il pourrait s'agir d'un mélange de récoltes, bien que les étiquettes originales, écrites par CHUDEAU lui-même, soient conservées.

Dans un volume d'Appendices appartenant au même Mémoire de MONOD, Mlle D. LE MAÎTRE a étudié les faunes paléozoïques de l'Adrar (plus de 50 espèces sans compter les Graptolithes), J. RICHARD-MOLARD a décrit la pseudo-boutonnière du Richat, qui est un ancien dôme devenu dépression périanticlinale par érosion. Mlle AUZEL en décrit les roches. Th. MONOD lui-même reprend le problème étrange de la Météorite de Chinguetti, dont un fragment rapporté en 1916 par le Capitaine RIPERT appartenait à une énorme masse de 100 m de côté sur 40 m de haut. Personne ne put jamais la retrouver dans les dunes de l'Ouarane, mais il semble que les recherches soient à reprendre. P. L. DEKEYSER et A. VILLIERS décrivent une caverne des environs d'Atar (la Grotte du Lapin), et G. A. DEICHA s'intéresse aux inclusions fluides des cristaux de quartz. Enfin W. CAMPBELL-SMITH et M. H. HEY analysent le verre de silice recueilli par Th. MONOD dans l'étrange cratère d'Aouelloul ; il s'agit de verre d'origine météoritique ressemblant par sa composition à celui des tectites.

Les grandes lignes de la stratigraphie et de la structure du Sahara occidental sont donc maintenant bien connues. Il ne reste plus qu'à compléter dans certaines régions, à préciser des contours. Les reconnaissances et les sondages qui sont prévus pour la recherche du pétrole apporteront certainement les compléments attendus.

Dans la zone septentrionale, en territoire algérien, c'est la Saoura et le bassin charbonnier de Colomb Béchar qui retiennent l'attention. On a créé un Institut de recherches sahariennes à Béni Abbès et c'est N. MENCHIKOFF qui le dirige, contribuant activement à l'établissement de la carte de toute cette région et animant les jeunes équipes. En 1946, il publie une note copieuse sur les formations à Stromatolithes du Sahara occidental.

D'autre part, on doit à P. DELEAU des travaux essentiels sur les bassins carbonifères du Sud-oranais. Il a précisé la stratigraphie du Bassin de Colomb-Béchar-Kenadza et du Bassin du Guir, découvert celui du Mzarif. Les niveaux à plantes se succèdent du Westphalien A au Stéphanien. Les Goniatites ont fait l'objet d'un mémoire de G. DELÉPINE, les Végétaux carbonifères ont été décrits par P. DELEAU et W. J. JONGMANS en 1951, les faunes dévoniennes par Mlle D. LE MAÎTRE en 1952.

Dans les régions voisines, N. MENCHIKOFF découvre du Cambrien marin sur les confins algéro-marocains du Sud, à Talzaza (1945) et A. POUEYTO décrit les zones à Graptolithes du Nord d'Ougarta (1950).

A l'Ouest, s'étend la Hamada du Guir. Tout à la base, le Continental Intercalaire recouvre directement le Primaire érodé. R. LAVOCAT y a découvert une faune de Poissons, de Dinosauriens et les fragments d'un Crocodilien géant. Il consacre une belle thèse à cette étude des Hamadas.

Source : MNHN, Paris

Au Nord de Colomb Béchar, le Cénomanien et le Turonien calcaires sont surmontés de 500 m de dépôts à gypse et à sel. Le cycle continental contenue au Tertiaire et ses dépôts sont ceux de la Hamada. Les fossiles y sont rares et bien difficile à déterminer. L. Clariond, R. Lavocat, N. Menchikoff ont trouvé des Gastéropodes qui ont été étudiés par P. Jodot pendant de longues années et qui ont pris maintenant un très grand intérêt stratigraphique, s'étendant à la moitié N. de l'Afrique. Il s'agit surtout du groupe des *Pseudoceratodes : P. Jolyi* du Montien, *P. Flandrini* du Thanétien, *P. Laffittei* du Londinien, *P. iforasensis* de l'Yprésien-Lutétien inf., *P. niameyensis* du Lutétien, *P. Sethi* du Bartonien (1953). Au-dessus, viennent les niveaux à *Clavator*, dont les sous-genres *Leucotaenius* et *Clavator* sont Aquitaniens dans l'Aurès et la *Hamada*, tandis qu'ils sont quaternaires et actuels à Madagascar (P. Jodot). Le Pliocène est marqué par *Limnaea Bouilleti* connue tout au sommet, sous les sables du Grand Erg occidental.

Dans le Grand Erg occidental, R. Capot-Rey a signalé un affleurement de Carbonifère (1943) en même temps qu'il en étudiait la morphologie. Le Quaternaire de ce Grand Erg a été décrit par H. Schoeller (ainsi que son Hydrologie) (1945) et celui de la Zousfana par A. Prenant (1951).

Géologie appliquée.

Ces régions inhabitées (ou inhabitables) recèlent quelques ressources minières. Les unes se trouvent sur les confins Nord, en Algérie habitable heureusement, tandis que les autres se situent dans le désert parfait.

Le Charbon.

Il s'agit ici des charbons du Sud-Oranais (Colomb-Béchar et Kenadza). Nous avons dit précédemment que le niveau de Carbonifère à Végétaux avait été reconnus par G. B. M. Flamand le 1er mai 1907 et que le Capitaine Maury et le Lieutenant Huot, intéressés continuèrent les recherches, mettant à jour une belle flore fossile et de petits filets de charbon. Malgré les publications de Flamand, le monde scientifique métropolitain ne croyait pas à l'existence de charbon en Afrique. Ce n'est que dix ans plus tard, en mai 1917, que dans un tout autre endroit d'ailleurs, des indigènes tirèrent d'un puits une boue noire qui brûlait lorsqu'elle était séchée.

Le Capitaine Cao-Van commandait alors une Compagnie du 2e Régiment Etranger, stationnée à El Hadi, près de Kenadza. Averti de cette curieuse découverte, il fit creuser deux puits au mois de juin 1917, qui tous deux rencontrèrent une veine de charbon. L'Administration des Chemins de Fer algériens entreprit des travaux de reconnaissance en octobre de la même année et en retira 4.379 tonnes en

Source : MNHN, Paris

1918. La guerre étant terminée, on ne prit plus d'intérêt à ce petit gisement. Cependant la Compagnie des Chemins de Fer en demanda la concession, l'obtint en 1922 et en reprit l'exploitation. Celle-ci donna 16.034 tonnes en 1928, puis retomba à 13.000 en 1938.

G. B. M. Flamand. — ***Sur l'existence de la houille dans le bassin de l'oued Guir (Sud-Oranais).***

M. Flamand n'a pu que tardivement prendre connaissance des *CR. somm.* parus pendant son absence; il est très heureux de féliciter, pour les résultats de leurs récoltes (*CR. somm.*, p. 54, 16 mars 1908), le capitaine Maury son ancien collaborateur et le lieutenant Huot.

Cette constatation faite vers Haci-Ratma est des plus intéressante, elle vient ajouter un nouvel affleurement de *combustible minéral* à ceux antérieurement connus : Bel-Hadi (Khenadsa), Gueltat-Salah, Ghoressa ; toutefois M. Flamand tient à rappeler qu'il a découvert (commencement de mai 1907) le premier gisement de *houille à flore westphalienne* à Haci-Hadri (Khenadsa) comme conséquence de ses recherches et revision des travaux du lieutenant Poirmeur et de M. Gautier, précisément en présence du capitaine Anthoine et du lieutenant Huot. Le gisement est étendu de 1500 mètres aux émergences des griffons des sources artésiennes de l'oasis (alternance de *bancs de houille* et *de grès* sur « *quelques décimètres d'épaisseur* »). A son retour à Béchar, M. Flamand fit connaître sa découverte au lieutenant-colonel Pierron et au capitaine Maury ; à Alger il en fit part au gouverneur général de l'Algérie (juin 1907) ; six semaines après, le capitaine Maury, sur ses indications, consentait à poursuivre ces recherches et en forant des puits, mettait à jour la belle flore de Gueltat-Sidi-Salah (rapport officiel du 15 juin 1907).

M. Flamand a d'ailleurs publié, dès l'an dernier, plusieurs notes sur cette question si importante de l'*existence de la houille* dans le Sud-Oranais : aux *CR. de l'Académie des Sciences* (séance du 16 juillet 1907), présentée par M. Zeiller, qui avait bien voulu reviser ses déterminations paléontologiques ; dans le *CR. de la campagne 1906-07* (Service géologique des Territoires du Sud de l'Algérie) (juillet 1907) ; à la séance du 2 décembre 1907 de la *Société géologique de France* présentée par M. Henri Douvillé [voir également une première observation à ce sujet : *CR. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 36, 17 février 1908]

Fig. 13. — La découverte de la houille du bassin de Kenadsa.
Fac similé de la note de G. B. M. Flamand à la Société Géologique de France (C. R. somm. de la séance du 4 mai 1908).

Enfin, la loi du 17 mai 1946 nationalisait les combustibles minéraux et le décret du 17 janvier 1947 constituait une nouvelle société d'exploitation : les « Houillères du Sud-Oranais », puissamment équipées. La production a pris un grand essor et a atteint 300.000 tonnes en 1949.

La prospection continue dans les nouveaux bassins étudiés par P. Deleau.

Source : MNHN, Paris

Parmi les autres régions où il *pourrait* exister du charbon, nous citerons le synclinal de Tindouf et le bassin de Taodeni, où il existe du Carbonifère continental à Végétaux. L'exploitation poserait d'ailleurs de singuliers problèmes.

Le Cuivre d'Akjoujt (Mauritanie).

Akjoujt est un petit poste, situé à 400 km au SW de Fort Gouraud, à 200 km d'Atar et à 300 km de la côte.

A. Blanchot, Géologue du Gouvernement général de l'A.O.F., y découvrit en 1945, une minéralisation enprifère, à 4 km à l'Ouest du poste, dans des collines de minerai de fer.

La Direction des Mines de Dakar entreprit une campagne de reconnaissanee qui a montré une teneur moyenne de 3 %. La réserve reconnue serait de l'ordre de 200.000 tonnes de Cuivre-métal.

Un Syndicat de Recherches a été constitué (le Syndicat de l'Inchiri) entre le Bureau minier de la France d'Outre-Mer, le Gouvernement de l'A.O.F. et le Gouvernement de la Mauritanie, intervenant chacun pour 25,25 et 50 % des dépenses à engager.

L'exploitation sera particulièrment difficile. Il faut d'abord trouver de l'eau (2.000 mètres cubes par jour) et évacuer le minerai enrichi.

Le Fer de Fort-Gouraud (Mauritanie).

On connait depuis longtemps la « Montagne de Fer » des environs de Fort-Gouraud, à 500 km au Nord-Ouest de Port-Etienne. La Koudia d'Idjil est une montagne de 25 km sur 10, dominant la plaine de 500 mètres. Elle est constituée de roches dures, des quartzites contenant des amas de minerai de fer à 65 et même 70 % de métal. Le minerai fut signalé par le Lt Salvy en 1933 et par E. Segaun en 1934. A. Blanchot en fit une première étude, puis en 1948-49, les Américains s'intéressèrent au gisement et la « Société française d'Exploitation minière » fit une première prospection pour le compte de la « Bethleem Steel Cy ».

Le gisement est estimé à 100 millions de tonnes. Une Société d'exploitation s'est constituée, la Miferma (Sté des Mines de Fer de Mauritanie). L'exploitation présentera de grandes difficultés : manque d'eau, de main-d'œuvre et de transports. Il faudra construire une voie ferrée de 4 ou 500 km, soit sur Port-Etienne, soit sur Villa Cismeros.

Le Pétrole.

Le Bureau de Recherches du Pétrole pense prospecter les bassins primaires : Tindouf et Taodéni. Il existe bien des calcaires bitumineux dans le Cambrien, mais à Taodéni, toute la série est traversée de milliers de filons de dolérite qui ont nécessairement modifié le pétrole s'il y en eut.

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE.

FLAMAND (G. B. M.). — Recherches géologiques et géographiques sur le haut-pays de l'Oranais et sur le Sahara. Thèse. Lyon, 1911, 1001 pages, 157 fig., 16 pl.

CHUDEAU (R.). — Le Sahara soudanais. 1909, 1 vol., 327 p., 83 fig., 1 carte, 38 pl.

CHUDEAU (R.). — Rapport géologique et hydrologique in : Mission du Transafricain. Paris (Challamel), 1925, pp. 41-125, 18 fig., 4 pl.

MENCHIKOFF (N.). — Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental. (Thèse). *Rev. Géogr. Phys. et Géol. dyn.*, 1930, pp. 103-247, 15 fig., 8 pl., 1 carte.

MENCHIKOFF (N.). — Données nouvelles sur la géologie du Sahara occidental. *C. R. Ac. Sc.*, 1933, t. 196, pp. 1237-1238.

MENCHIKOFF (N.). — Les formations à Stromatolithes dans le Sahara occidental. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1946, (5), t. 16, pp. 441-461, 3 pl.

FURON (R.). — Présentation d'une échelle stratigraphique pour les terrains paléozoïques de l'Afrique occidentale. *C. R. Ac. Sc.*, 1933, t. 197, pp. 1055-1057.

FURON (R.). — Essai sur l'évolution structurale de l'Afrique occidentale. *Bull. Ag. Gén. Colonies*, 1933, n° 293, pp. 1037-1066, 25 fig., 1 carte structurale au 6.000.000e.

MONOD (Th.). — Essai de synthèse structurale de l'Ouest saharien, in E. F. GAUTIER, Mélanges. 1937, pp. 368-387, 7 fig.

MONOD (Th.). — Sur quelques coquilles marines du Sahara et du Soudan. *Mém. Soc. Biogéogr.*, 1938, t. 6, pp. 154-178.

MONOD (Th.). — La structure du Sahara atlantique. *Trav. Inst. Recherches sahariennes*, 1945, t. 3, pp. 3-31.

NICKLÈS (M.). — Les faunes de Graptolithes récoltées par F. JACQUET dans le Gothlandien de Mauritanie. *C. R. Ac. Sc.*, 1947, t. 224, pp. 355-356.

BLANCHOT (A.). — Le Précambrien de Mauritanie occidentale. *C. R. 19e Congrès Géol. Intern.*, (1952), 1953, section 1, pp. 143-154.

DELEAU (P.), JONGMANS (W. J.). — Les bassins houillers du Sud-Oranais. *Bull. Carte Géol. Algérie*, 1951, t. 13, 21 pl.

JONGMANS (W. J.). — Les flores du Carbonifère de l'Afrique septentrionale. *C. R. 19e Congr. Géol. Intern.*, (1952), 1953, section 2, fasc. 2, pp. 49-64.

MONOD (Th.). — Esquisse géologique de l'Adrar mauritanien (Sahara occidental). *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1952, n° 15, 2 vol., 452 pages, 71 fig., 6 pl. (2e volume consacré aux Appendices).

Source : MNHN, Paris

B. SÉNÉGAL.

Le Sénégal est connu depuis l'Antiquité classique, mais c'est le Cardinal de Richelieu qui doit être considéré comme le premier fondateur de la Colonie.

A la fin du XVII[e] siécle et au début du XVIII[e], André Brüe, Directeur de la Compagnie Royale du Sénégal, créa plusieurs postes le long du fleuve et fit explorer par Compagnon la Faléme et le Bambouk, célébres par leur richesse en or. En 1742, le minéralogiste Pelays s'en fut étudier les placers et fut assassiné prés de Tambaoura.

C'est sous le gouvernement de Faidherbe, de 1854 à 1865, que le Sénégal fut constitué effectivement avec ses territoires actuels. Il mesure 200.000 kilométres carrés (le tiers de la France).

La premiére étude géologique (connue de moi) est un Rapport très documenté du Pharmacien Leprieur, au Ministre de la Marine, daté de 1829 et conservé dans les Archives du Laboratoire de Géologie du Muséum. L'auteur décrit et figure ce qu'il a vu entre Dakar et le Cap de Naze, des argiles, des calcaires coquilliers, les calcaires de la région de Popenguine, des grès friables. Il décrit aussi la région volcanique des Mamelles en distinguant des coulées successives de dolérite et de basaltes.

En 1858, c'est un Chirurgien de la Marine, A. Berg qui étudie les rives du Sénégal et la géologie du Oualo (dans la *Revue Coloniale*), puis les mines d'or de Kéniéba (1859-69). Il sera suivi dans cette voie par S. Renaud (1878) et Fieux (1883).

A. d'Orbigny dit avoir reçu du Cap Vert un exemplaire d'*Ammonites inflatus*, ce qui impliquerait la présence de Vraconnien. Toutefois, l'échantillon n'a pu être retrouvé et on peut se demander s'il provenait réellement de Dakar.

D'autre part, Desor avait donné le nom d'*Holaster inflatus* (1847) à un Oursin crétacé provenant de Dakar, d'un niveau indéterminé. Nous y reviendrons.

En 1885, on inaugure le Chemin de fer de Dakar à Saint-Louis, dont le trajet sera prospecté par la suite. Nous noterons tout spécialement le Rapport de P. Etienne dans le Journal officiel de l'A.O F. du 15 mai 1897, parce qu'il semble bien être le premier à signaler des phosphates au Sénégal, aux environs de Rufisque.

L'année suivante, Stanislas Meunier publie les échantillons envoyés au Muséum par M. Dollot.

Il y indique la présence de couches éocénes à Popenguine et prés de Rufisque, avec des couches phosphatées fossilifères. Ces phosphates intéresseront d'ailleurs une entreprise commerciale, la Maison Devès et Chaumet, qui entreprit quelques fouilles à la Pointe Saréne.

En 1899, commence le grand sondage de Saint-Louis du Sénégal. Rambaud en dira quelques mots en 1900, puis Vasseur annonce en 1902 la découverte de grandes Nummulites du type *gizehensis* à la profondeur de 230 mètres. Il les rapporte à l'espèce *Ehrenbergi* et à

Source : MNHN, Paris

l'Yprésien. Plus tard, ces Nummulites seront retrouvées un peu partout et H. Douvillé les nommera *N. Vasseuri* (1920) ; elles appartiennent au Lutétien. Le sondage de Saint-Louis, arrêté à la profondeur de 410 m. est publié au complet par St. Meunier en 1903.

Une longue collaboration s'établit d'ailleurs entre St. Meunier et le capitaine R. Friry, qui dirige une campagne de recherches hydrologiques, puis ensuite avec son frère, qui poursuit son œuvre. St. Meunier publie une série de notes jusqu'en 1908, essayant d'établir une stratigraphie de l'Eocène d'après les coupes et les fossiles des puits étudiés par ses correspondants.

C'est une période de grande activité géologique au Sénégal.

En 1905, Jean Chautard commence la publication des matériaux recueillis au cours d'une mission. Il donne d'abord la coupe de la falaise de N'Gazobil et la première liste importante de fossiles. J. Lambert décrit les Oursins et une discussion s'engage entre Lambert, Peron, Guilbert et Meunier à propos des Oursins trouvés au Jardin des Disciplinaires, sous l'emplacement actuel de la gare de Dakar.

L'*Holaster inflatus* présumé albien est un *Physaster* du Sénonien supérieur d'après Lambert. Guilbert et Peron suggèrent que l'Ammonite albienne signalée par d'Orbigny en 1853 pourrait provenir de Lobito, car les officiers de marine recueillent des fossiles. Les types même de l'*Holaster inflatus* Desor avaient été rapportés en France par l'amiral Hommaire de Hell et Petit de la Soussaye, qui les tenait lui-même d'un officier de marine. J. Chautard communique deux échantillons de *Physaster inflatus* dragués en rade de Dakar, par 8 et 12 m de fond. Ces discussions restent intéressantes, car la question du Crétacé de Dakar n'est toujours pas résolue.

J. Chautard étudiera le volcanisme et publiera en 1907 une carte géologique de la presqu'île du Cap Vert au 1/100.000e, distinguant des sables pléistocènes, des sables et argiles néonummulitiques sur 60 mètres, un Eocène supérieur possible, du Lutétien, des calcaires et marnes paléonummulitiques (Turritelles, *Linthia*, de Popenguine), des marnes sénoniennes à *Physaster inflatus*.

En 1904 et 1905, le capitaine Vallier étudie le Ferlo, y creuse des puits, publie une partie de ses observations en 1906. Ses matériaux paléontologiques sont décrits en 1907 par Paul Lemoine, qui signale *Nummulites Heeri*.

En 1910, 1911 et 1916, René Chudeau publie quatre notes sur l'Eocène du Sénégal qu'il a suivi loin vers l'Est, jusqu'à la bordure du golfe, au contact du Cristallin. Les phosphates de Daoualel sont étudiés par L. Cayeux. En 1911, paraît le mémoire de G. F. Dollfus sur la faune marine du Quaternaire du Sénégal (qui ne contient aucun Strombe).

C'est en 1911 qu'apparaît le nom d'Henry Hubert dont les travaux s'échelonneront jusqu'en 1926. Il découvre à Dakar un Aquitanien, dont les Lépidocyclines sont déterminées par H. Douvillé (1916), et publie en 1920, la Carte géologique au 1.000.000e (Feuille de Dakar) avec une Notice substantielle. Cette même année, H. Douvillé publie

Source : MNHN, Paris

la faune du Sénégal, tandis que P. H. Fritel décrit un Poisson de Bargny (*Thynnus Huberti*) et des Végétaux (*Kigelia* et *Nipadites*). En 1926, H. Hubert et A. Lenoble publient en collaboration un important mémoire sur la géologie de Dakar, avec une carte.

Quelques années plus tard, le Chef du Service des Mines, J. Malavoy, remarque que les blocs de calcaires à Lépidocyclines trouvés dans les tufs volcaniques du Cap Manuel ne sont pas en place et que ce sont des produits de projection, les tufs eux-mêmes sont donc post-aquitaniens (1932).

En 1935, un Administrateur, J. Combier reprend l'étude géologique de la ville de Dakar et tente de séparer le Sénonien de l'Eocène d'après la détermination générique des Foraminifères.

Pendant plusieurs années, F. Jacquet va consacrer son activité à l'étude géologique et hydrologique du Sénégal. En 1936, il présente deux coupes essentielles, l'une de Dakar au Cayor, la seconde de Popenguine au Cayor. Il perfectionne les éléments connus de la stratigraphie et étudie les Nummulites en collaboration avec J. Flandrin, les Echinides avec J. Lambert. Flandrin considère *N. Vasseuri* Douv. comme une variété de *gizehensis* et J. Lambert décrit des espèces nouvelles après revision des Echinides déjà connus du Sénégal. Il est à noter à ce sujet que l'échantillon de *Plesiolampas Paquieri* figuré par Lambert ne vient pas du Sénégal, mais du Soudan et que cette espèce n'a jamais été trouvée au Sénégal (du moins jusqu'à présent).

La dernière note de Jacquet (assassiné en Mauritanie en 1937) concerne l'hydrologie du Sénégal.

Le travail est continué par L. Baud qui va prospecter les indices phosphatés et par M. Nicklès. En 1942, R. Furon indique la présence de calcaires oligocènes à Dakar, contenant à la fois des Lépidocyclines et *Nummulites Tournoueri*, donc différents des calcaires aquitaniens à Lépidocyclines seules.

En 1943, paraissent les deux feuilles au 100.000e : Dakar-Est et Dakar-Ouest, avec leurs Notices signées de F. Jacquet et M. Nicklès, ce dernier ayant mis en œuvre ses propres travaux et ceux de son ami disparu six ans plus tôt.

Pndant la guerre encore, H. Besairie, éloigné de son domaine malgache, fait un séjour forcé à Dakar et rédige un Mémoire inédit de 122 pages et 15 planches, que nous ne connaissons que par l'analyse qu'en a faite F. Tessier. Ce travail présente un intérêt particulier, du fait qu'il exprime l'opinion d'un géologue qui n'avait pas d'idées préconçues et n'avait aucune raison d'être influencé par les publications antérieures.

Nous avons vu précédemment des discussions concernant une Ammonite, puis des Oursins. Nous en rappellerons une autre ici à propos des Nummulites. H. Besairie a figuré dans son Rapport une coupe du sondage de M'Backé, exécuté en 1933-34, profonde de 214 mètres. Entre 135 et 146 m, on y recueillit des Nummulites. Un lot fut communiqué à J. Flandrin qui le détermina comme *N. Heeri-Murchisoni*. Plusieurs années plus tard, un autre lot fut communiqué à L M. Davies qui y reconnut *N. Nuttalli*, espèce qu'il avait créée sur

Source : MNHN, Paris

des échantillons du Ranikot. Ces deux espèces ne se ressemblant absolument pas, il y eut certainement une confusion. F. TESSIER a retrouvé des exemplaires du sondage de M'Backé.

C'est encore une question à élucider, car cette *N. Nuttalli* qui n'était connue qu'aux Indes et en Iran, a encore été indiquée au Dahomey, par H. BESAIRIE (toujours d'après L. M. DAVIES).

La détermination n'a d'ailleurs jamais été publiée par les auteurs, mais par G. ARNAUD (1945). En 1952, c'est L. R. COX qui nous informe, au cours de son mémoire sur les fossiles crétacés et éocènes de Gold Coast, que le Colonel DAVIES considère en réalité cette Nummulite comme une nouvelle espèce, d'âge yprésien.

Comme nous l'avons dit, la guerre immobilisa aussi en A.O.F. Maurice ROQUES, spécialiste du Précambrien. En ce qui concerne le Sénégal, la question de ces terrains anciens paraît maintenant résolue, grâce aux observations de F. JACQUET et M. NICKLÈS (1937) et de M. NICKLÈS et M. ROQUES (1946).

Dans l'ensemble, le Précambrien est visible sur une bande très étroite, dans l'Est du Sénégal, à la base des plateaux de grès du Soudan.

L'Atacorien est représenté par les quartzites de Bakel, le Birrimien inférieur par les schistes de Kédougou, le Birrimien supérieur par les roches volcaniques métamorphiques de la petite chaîne de Mako, le Tarkwaien par la série de Sangola (découverte par SAGATZKY en 1948), le Falémien par les schistes et pélites de la Falémé, reposant sur un conglomérat de base.

Après la guerre, les Services se réorganisent et le Sénégal va être étudié par A. GORODISKI et F. TESSIER.

Ces deux géologues publient d'abord une note en collaboration (1946) sur la découverte de Nummulites lutétiennes dans le groupe de Rufisque, ce qui donne définitivement raison à CHAUTARD et à FRITEL, longtemps seuls de cet avis.

Ensuite, F. TESSIER reprend complétement l'étude du Crétacé et de l'Eocène de l'Ouest du Sénégal, et publie les résultats de ses recherches dans le *Bulletin du Service des Mines de l'A.O.F.* (Thèse, 1950, publiée en 1952). L'auteur reste très prudent en ce qui concerne le Crétacé du Sénégal, qui pourrait débuter beaucoup plus bas qu'on ne peut le prouver. Le Danien y est régressif comme partout, mais sur le Crétacé exondé et gauchi, il y a un Paléocène semblable à celui du Togo, un Yprésien (pressenti par JACQUET), un Lutétien inférieur à *Echinolampas*, un Lutétien supérieur à Nummulites, un Eocène supérieur lagunaire, un Oligocène restreint à Dakar, un Aquitanien non moins localisé, un Mio-Pliocène continental débutant par les latéritoïdes phosphatés et se terminant par des latérites ante-pléistocènes. L'historique et l'iconographie sont aussi complets que possible.

La plus récente découverte est celle d'une dent de *Moeritherium* (?) par GORODISKI aux environs de Thiès, décrite par R. LAVOCAT (déc. 1953), montrant la grande extension de la faune primitive des Mammifères africains.

Source : MNHN, Paris

Les phosphates (alumineux ou non) du Sénégal ont déjà pris une importance économique. A. Gorodiski continue leur prospection et publie seul ou avec F. Tessier la carte géologique de Dakar-Est et Ouest au 200.000e (1954) et les feuilles de Dakar et Ouakam au 20.000e.

Enfin (avril 1954), la question des Nummulites cordelées se trouve reprise par Mme de Cizancourt et J. Cuvillier. Ce ne seraient pas des espèces de l'Inde, mais des espèces du Paléocène des Caraïbes, mais R. Abrard (1955) pense qu'elles sont identiques aux *Ranikothalia* yprésiennes du Dahomey.

Géologie appliquée.

Les Phosphates.

Connus depuis plus de 50 ans, les phosphates de chaux, alumineux ou non, ont été prospectés depuis quelques années par la Société *Péchiney*, et analysés par L. Visse et L. Capdecomme.

Les phosphates tricalciques de Lam Lam, aux environs de Thiès, sont exploités depuis 1952. On espère sortir 250.000 tonnes par an. Les phosphates d'alumine, peu assimilables par les végétaux à l'état brut, le deviennent après calcination. Ils sont également exploités. Les premières exportations ont eu lieu au cours de 1953, 18.000 tonnes de phosphate de chaux et 63.000 tonnes de phosphate d'alumine.

Ilménite et Zircon.

Les sables côtiers, de Casamance en particulier, contiennent beaucoup d'ilménite et de zircon. Ils sont exploités et l'exportation porte sur quelques milliers de tonnes par an. Par ailleurs, la découverte récente d'un important gisement d'ilméno-rutile en Gambie laisse penser à des possibilités nouvelles en Casamance.

Pétrole.

Le Bureau de Recherches de Pétrole a constitué en 1952 une mission de pré-reconnaissance en A.O.F., dirigée par P. Maugis, Son rapport de mission a été publié dans la *Revue de l'Institut français du Pétrole* (1954, n° 1).

Des indices reconnus depuis longtemps dans la presqu'île du Cap Vert, ont incité à la recherche. Les données de la géophysique indiquent une série sédimentaire de 5 à 6.000 mètres d'épaisseur dans le bassin du Sénégal et les premiers forages ont apporté des renseignements précieux sur la Géologie. On peut espérer qu'ils seront publiés, d'autant plus que les dépenses considérables de ces recherches sont supportées par le budget.

BIBLIOGRAPHIE.

Tessier (F.). — Contribution à la stratigraphie et à la paléontologie de la partie Ouest du Sénégal. *Bull. Service Mines A.O.F.*, 1952, n° 14, 2 vol., 569 pages, 75 fig., 40 pl., 2 cartes.

Source : MNHN, Paris

C. GUINÉE FRANÇAISE.

La première roche déterminée fut une bauxite, en 1820, à une époque où l'on ignorait encore ce que c'était exactement. En effet, MOLLIEN avait rapporté du fer forgé et du minerai de fer utilisé par les indigènes du Fouta Djalon. P. BERTHIER étudia ce minerai, remarqua qu'il était riche non seulement en fer, mais en *alumine*, qu'il contenait un peu de *chrome* et de *vanadium* et qu'il rappelait étonnamment une alumine hydratée des Baux, en Provence, qu'il venait d'analyser (*Annales des Mines*, 1820). Cette roche provençale allait recevoir le nom de *beauxite* que lui donna DUFRENOY, corrigé en *bauxite* par SAINTE-CLAIRE-DEVILLE.

Quelques années plus tard, c'est le passage de René CAILLIÉ, parti en 1827 du rio Nunez, avec une caravane de Mandés. Il atteignit le Niger à Kouroussa, après avoir traversé le Fouta Djalon et parle de granites affleurant un peu partout sur son trajet (Tome I, p. 304).

Pendant 50 ans, on ne saura rien de plus de la géologie de la Guinée. De 1861, nous dirons quelques notes du Lieutenant LAMBERT sur son voyage dans le Fouta, puis des indications de LENZ (1878), de DOELTER (1884), de GURICH (1887).

A cette époque, et plus précisément à partir de 1879, un commerçant français, OLIVIER DE SANDERVAL, fit campagne pour la construction d'un chemin de fer de Conakry au Niger, par le Fouta. Il en étudia lui-même un tracé possible en 1879-80 et publia une relation fort intéressante de ses voyages en 1881 et 1883. Avec HECQUARD, il signale à son tour des affleurements granitiques près de Kadé et il envoie des échantillons au Muséum, où ils seront déterminés par CORDIER.

En 1891, le Dr FRAS publie dans le Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux, les premiers résultats d'une mission dans le Fouta.

En 1896 et 1897, un Ingénieur des mines, Maurice BARRAT, s'intéresse aux ressources en or du bassin du Sénégal et parle des grès du Fouta et de la Falémé, sans rien apporter de bien nouveau.

C'est le projet de chemin de fer « Conakry-Niger » qui continuera à provoquer des découvertes géologiques. En 1897-98, le capitaine SALESSES dirige une mission technique qui va étudier le tracé à travers une région fort accidentée. Ceci nous vaut une série de publications de SALESSES lui-même (*Annales du Club Alpin*), puis de PAROISSE (*Tour du Monde*), du Dr DREVIN et du Dr MACLAUD. Leurs renseignements sont évidemment plus que sujets à caution, puisqu'aucun géologue n'est attaché à la mission et que le capitaine SALESSES appelle granites les péridotites du Kakoulima, mais cela n'a guère d'importance du fait que des échantillons sont envoyés au Laboratoire de Géologie du Muséum.

Nous sommes encore à l'époque où les grès patinés de noir sont décrits comme « basaltes » et où toutes les publications hydrogra-

Source : MNHN, Paris

phiques, françaises ou anglaises, appellent « laves scoriacées » tous les affleurements de latérite de la côte...

Au début du XX[e] siècle, un géographe, R. MACHAT passe plusieurs années dans les « Rivières du Sud » et le Fouta Djalon. Sa Thèse de doctorat ès lettres (1905) est un essai de synthèse de tous les documents imprimés concernant la Géographie physique et la Géologie, sensiblement augmentés de ses propres observations.

C'est en cette année 1905 que s'ouvre vraiment l'ère des recherches géologiques en Guinée, grâce à Jean CHAUTARD. L'autorisation de construire le chemin de fer avait été donnée en 1899. Un tel travail dans un tel pays provoqua dès le début une grande quantité de tranchées et de déblais. Il fallait franchir des crêtes, longer des vallées à flanc de coteau et de falaise. Jean CHAUTARD suivit tout cela et étudia le Fouta Djalon, présentant une Thèse de Doctorat en 1906. Il avait noté les roches éruptives, vu les grands plateaux de grès et les dolérites.

On lui doit encore une étude fort remarquable pour l'époque (1908) publiée en collaboration avec Paul LEMOINE sur les latérites de la Guinée, dont l'étude serait reprise plus tard par A. LACROIX.

A la même époque d'ailleurs, M. VILLIAUME commence l'envoi d'échantillons à A. LACROIX, qui va décrire successivement les roches basiques du Kakoulima, puis les premières syénites néphéliniques des Iles de Los (en 1905), y découvrant un minéral nouveau, du fluorure de sodium cristallisé, qui recevra le nom de *Villiaumite* (1908).

A. DE ROMEU étudie de son côté d'autres échantillons arrivés au Muséum, A. CHEVALIER fait un voyage aux sources du Niger, A. LACROIX voit les Iles de Los et les latérites.

En 1911, A. LACROIX publie son mémoire sur les syénites néphéliniques de l'Archipel de Los et leurs minéraux. Par la suite, M. J. SERAND lui enverra de nombreux échantillons, dont encore un minéral nouveau, la *Sérandite*. L'étude minéralogique des syénites néphéliniques des Iles de Los a fourni à LACROIX le sujet de nombreuses notes complémentaires où il a décrit une quantité de minéraux rares, provenant de ce musée naturel.

En 1914, L. AZÉMA publie des roches éruptives de la Haute-Guinée et A. LACROIX un nouveau mémoire fort important sur les Latérites.

Henry HUBERT, qui avait déjà figuré la Guinée sur sa carte géologique de l'A.O.F. au 5.000.000[e] de 1911, vient étudier lui-même le pays et donne des notes sur les diabases, sur les gisements aurifères (1917).

C'est à ce moment que va se produire une découverte essentielle, celle de Graptolithes par J. H. SINCLAIR dans les schistes noirs et pyriteux de Télimélé (1918). Malgré leur immense intérêt, ces schistes ne seront revus qu'en 1938 par E. DE CHÉTELAT et leur faune publiée par Mlle Th. POBÉGUIN en 1947.

En 1920, H. HUBERT donne une note pittoresque (que l'on pourrait appeler de géologie alimentaire) sur l'*alunogène* et l'*halotrichite*

Source : MNHN, Paris

que les indigènes recueillent dans les schistes gothlandiens, qu'ils appellent « beurre de montagne » et dont ils sont friands à cause de son goût d'encre.

On doit ensuite à A. LENOBLE une étude déjà détaillée des cercles de Kankan, Siguiri et Dabola (1927), accompagnée d'une carte au 1.000.000e.

Pendant plusieurs années, on ne s'occupe plus de la géologie de la Guinée. En 1932, c'est E. F. GAUTIER qui étudie le relief de la Guinée et donne ses idées sur la climatologie. Une partie de la Guinée aurait subi un régime désertique à un moment du Quaternaire. L'année suivante, E. DE CHÉTELAT publie un mémoire sur ses recherches dans le NW de la Guinée, puis c'est la recherche minière qui va rendre un peu d'activité à la bibliographie.

C'est d'abord R. GOLOUBINOW qui traite de l'Or en Guinée (1935), puis F. BLONDEL de l'Or et du Diamant. C'est la première fois qu'on entend parler de diamants en Guinée ; on vient d'en découvrir en 1934, en Guinée forestière, dans le Macenta, dans les alluvions de rivière Makona.

En 1936, l'Ingénieur R. DE LA BOUGLISE s'intéresse au gisement de fer de la presqu'île du Kaloum, près de Conakry, gisement signalé par J. CHAUTARD qui en avait pressenti l'importance économique dès 1905. L'Américain J. H. SINCLAIR l'avait visité en 1917, le comparant à ceux de Cuba et montrant que la latérite inférieure, pulvérulente, était aussi riche que le niveau supérieur, compact. Une petite société se constitua et prospecta activement tout le massif. L'épaisseur utile du minerai est de 20 mètres en moyenne. Il y a un milliard de tonnes à 51 % de fer-métal et 4 milliards à 45 %, avec des traces de chrome.

Dans le même temps, R. GOLOUBINOW soutient une Thèse sur la géologie et les ressources en or de la Guinée du Nord-Est, dont P. LEGOUX recherche la genèse. Une autre Thèse, celle d'E. DE CHETELAT, traite du modelé latéritique de la Guinée occidentale (1938), bientôt suivie d'une note sur la découverte du Dévonien fossilifère au-dessus du Gothlandien à Graptolithes.

Ensuite, ce sont les Bauxites qui vont retenir l'attention. R. GOLOUBINOW signale les bauxites du Tougué ; A. LACROIX avait déjà décrit celles des Iles de Los, formées aux dépens des syénites néphéliniques. J. DE LAPPARENT et R. DE HOCART vont étudier la question et publier leurs études sur la minéralogie des bauxites de Guinée et sur l'altération des roches.

En 1938, P. LEGOUX ayant visité une partie de la Sierra Leone a été frappé par l'allure de grès feldspathiques et de schistes sur la Scarcie, qui ressemblent au Rokell Series décrites par JUNNER. Ces séries légèrement plissées lui paraissent franchement antérieures au Primaire sub-horizontal et il pense que les mêmes terrains se retrouvent entre Kindia et Souguéta, en Guinée française.

La région de Kindia-Souguéta sera bientôt reprise par R. FURON (1941-42) qui la décrit en détail. Cette série de schistes et pélites à Radiolaires, avec des grès feldspathiques importants, est en telle dis-

Source : MNHN, Paris

cordance sur le Birrimien qu'elle paraît plutôt devoir se rattacher au « cycle primaire » et l'auteur y voit un faciés de ce qu'il a appelé « Continental post-huronien », par opposition aux grandes séries marines qui l'encadrent (l'Infracambrien actuel).

Le Cambrien vrai pourrait être représenté par des schistes noirs à *Problematica* des environs de Souguéta.

Dans un mémoire de 1943, R. FURON expose l'ensemble de la géologie de la Guinée en donnant des précisions sur la zone de Kindia-Souguéta et une carte structurale.

Par ailleurs, la région forestière (le pays des diamants) fut étudiée pendant six ans par A. OBERMULLER, qui tira de cette zone de prospection difficile une Thèse décrivant la géologie et la pétrographie, accompagnée d'une carte très détaillée (1941). A. OBERMULLER et M. ROQUES ont donné le nom de « Série du Simandou » à des quartzites à magnétite et oligiste, associés à des micaschistes, qui restent en relief, appartiennent au Birrimien inférieur et sont antérieurs aux venues granitiques qui n'ont d'ailleurs pu les digérer. Un de ces chaînons quartziteux, celui du Mont Nimba, a été étudiée par M. LAMOTTE et P. ROUTHIER (1943). L'épaisseur probable du Birrimien y serait de l'ordre de 5.000 mètres. Ce massif du Nimba attire encore R. SCHNELL (1946-48) qui en étudie le modelé et la végétation, puis M. LAMOTTE, J. C. LECLERC et J. RICHARD-MOLARD qui en analysent les cycles d'érosion. C'est là que J. RICHARD-MOLARD trouvera la mort dans un accident de montagne, en 1951.

De son côté, M. NICKLÈS avait étudié le passage du Précambrien au Primaire sur les confins de la Guinée, du Sénégal et du Soudan.

Au cours de ces dernières années, l'étude du Primaire a été poursuivie par L. DELAIRE et la Guinée attire surtout l'attention par son industrialisation marquée : exploitation des diamants de la région forestière, du minerai de fer de la presqu'île du Kaloum et des bauxites des Iles de Los.

Géologie appliquée.

L'Or.

L'Or est exploité depuis l'Antiquité dans les éluvions et alluvions de la Haute-Guinée, dans les vallées du bassin du Haut-Niger, dans le Cercle de Siguiri. Il n'y a pas d'exploitations européennes dans cette région qui est entièrement réservée aux indigènes.

Avant la guerre de 1939, cette exploitation (par puits et galeries) occupait environ 70.000 personnes et fournissait environ quatre tonnes d'or par an, dont 3 se retrouvent dans les statistiques. Depuis la guerre, les conditions économiques et les singularités du marché officiel de l'Or ont pratiquement arrêté l'exploitation.

Le Diamant.

Des alluvions diamantifères ont été découvertes en 1934 en Haute-Guinée, dans la région forestière, près des frontières de Sierra Leone et de Côte d'Ivoire. C'est la région du Macenta.

Source : MNHN, Paris

La production a commencé en 1936 avec 18.897 carats et se maintient actuellement aux environs de 100.000 carats par an.

Le Fer.

Le Fer est très abondant en Guinée française, dans le Précambrien particulier. Les Latérites constituent une autre ressource en fer, exploitée depuis longtemps par les forgerons indigènes.

Un de ces gisements latéritiques (connu depuis 1904) a été signalé par J. H. Sinclair en 1917, dans la presqu'île du Kaloum, au pied du Mont Kakoulima, aux environs de Conakry. L'étude en fut entreprise, en particulier par R. de la Bouglise, montrant qu'il y avait là un gisement de 2 milliards de tonnes à plus de 50 % de Fer-métal.

La « Compagnie minière de Conakry » a commencé l'exploitation au mois de janvier 1953 et les premières exportations ont eu lieu en février. La production annuelle prévue sera de 1 million de tonnes pour débuter.

La Bauxite.

On connaît des gisements de bauxite dans les régions de Kindia, Dabola et Boké, mais les gisements les plus faciles d'accès sont ceux des Iles de Los, formés aux dépens des syénites néphéliniques. La « Société des Bauxites du Midi » les a prospectés, tout particulièrement Kassa et Tamara. Une exploitation d'essai a commencé en 1950 et l'exploitation réelle en 1952. Le premier chargement, à destination du Canada, est parti en septembre 1952. La production annuelle sera de 500.000 tonnes.

BIBLIOGRAPHIE.

Machat (R.). — Les Rivières du Sud et le Fouta Djallon (Guinée fr.). Thèse, Paris, 1905, 1 vol., 325 p., 1 carte géologique.

Chautard (J.). — Etude sur la géographie physique et la géologie du Fouta-Djallon et de ses abords orientaux et occidentaux. Thèse, Paris, 1906, 1 vol., 210 pages.

Lacroix (A.). — Les Syénites néphéliniques de l'Archipel de Los et leurs minéraux. *Nouv. Arch. Muséum Hist. Nat.*, 1911, (5), t. 3, pp. 1-162, 10 pl. (et nombreuses notes postérieures), puis *Bull. Muséum*, 1931, (5), t. 3, supplément, pp. 75-82. Les Latérites de la Guinée française. *Nlles Arch. Muséum Hist. Nat.*, 1914, (5), t. 5, pp. 255-356, 7 pl.

Chetelat (E. de). — Sur l'extension du Gothlandien en Guinée française. *C. R. Ac. Sc.*, 1938, t. 207, pp. 371-372.

Golqubinow (R.). — Géologie et ressources en or du Nord-Est de la Guinée. *Publ. Serv. Géol. A.O.F.* et Thèse Nancy, 1936, 142 p., 12 fig., 1 carte géol. en couleurs.

Obermuller (A.). — Description pétrographique et étude géologique de la région forestière de la Guinée française. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1941, n° 5, 207 p., 20 fig., 21 pl., 2 cartes géologiques en couleurs.

Furon (R.). — Géologie de la Guinée française. *Publ. Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales*, 1943, n° 19, 47 p., 11 fig., 1 carte.

Pobeguin (Th.). — Sur quelques schistes à Graptolithes de la Guinée française. *C. R. Ac. Sc.*, 1947, t. 224, pp. 137-138.

Source : MNHN, Paris

D. SOUDAN MÉRIDIONAL, COTE D'IVOIRE, HAUTE-VOLTA, DAHOMEY ET TOGO FRANÇAIS.

Ces pays constituent un ensemble géologique : un immense socle précambrien, trés érodé, affleurant partout dans la zone méridionale et bordé au Nord par une ligne de falaises primaires qui s'allongent de la Guinée à la Boucle du Niger. Sur la côte du Golfe de Guinée, la zone côtiére a été recouverte par les mers crétacées et tertiaires.

En dehors de quelques installations provisoires, ce n'est qu'au milieu du XIX[e] siécle que la France s'intéresse activement á la Côte, que l'on ne connaissait que par ses ressources en ivoire, en or et en esclaves.

De 1842 á 1848, des traités nous permirent de nous installer á Assinie, Grand-Bassam et Dabou. En 1873, nos garnisons se retirent et laissent la garde du drapeau á un commerçant, VERDIER, qui sut accroître notre influence jusqu'en 1889. Dés 1887, le Lt BINGER, venant de Bamako réussit á pénétrer á l'intérieur du pays Mossi, à Ouagadougou et á Kong. Une autre colonne rejoignait Kong en partant de Grand Bassam, et les deux Missions revenaient ensemble à Grand Bassam, signant des traités qui nous permettaient d'administrer la Côte d'Ivoire á partir du 1[er] janvier 1890.

L'occupation du Dahomey est paralléle. Connu sous le nom de Côte des Esclaves depuis le XII[e] siécle, la Compagnie française des Indes y installa des comptoirs commerciaux au fort St Georges d'El Mina et á Ouidah entre 1680 et 1700. Jusqu'en 1878, les Gouvernements français n'entretinrent de relations avec les Rois du Dahomey que par l'intermédiaire des commerçants. Des incidents survinrent au temps du Roi Béhanzin qui amenèrent une campagne de pacification terminée en 1894. En 1899, le Dahomey est rattaché à l'A.O.F.

L'administration du Togo oriental nous a été confiée à la suite de la guerre de 1914-18, par le Traité de Versailles.

La colonie de la Haute-Volta fut créée de toutes piéces en 1919, par disjonction de l'ancien Haut-Sénégal-Niger. Elle mesure 300.000 km², correspond plus ou moins au bassin supérieur de la Volta, mais n'a pas de frontiéres naturelles. Ce « Gouvernement » artificiel fut supprimé, puis rétabli.

LA RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE AU XIX[e] SIÈCLE.

C'est le Soudan qui a attiré l'attention très tôt, à cause des mines d'Or du Bambouk, connues depuis l'Antiquité. Ces mines furent visitées dés le XVIII[e] siécle, par COSTE D'ARNOBAT qui publia á Bruxelles en 1789, un « Voyage au pays de Bambouc ».

Ensuite, ce sont les reconnaissances des Officiers de Marine. En 1846, Anne RAFFENEL, du Commissariat de la Marine et le jeune Sénégalais Léopold PANET décident de se rendre du Sénégal aux sources

Source : MNHN, Paris

du Nil. Ils ne dépassèrent pas le Kaarta, où ils restèrent prisonniers pendant huit mois. RAFFENEL a laissé des souvenirs de voyage fort intéressants, contenant des notes géologiques.

En 1863, FAIDHERBE envoie en mission vers l'Est le Lt de Vaisseau MAGE et le Chirurgien de la Marine QUINTIN. Ils arriveront à Ségou en 1864 et MAGE nous a laissé un « Voyage dans le Soudan occidental » fort utile, donnant lui aussi des indications géologiques.

Quant aux Mines d'Or, elles attirent toujours des prospecteurs, BERG en 1860 et BARRAT en 1897.

Sur la côte, CHAPEB publie en 1885 une « Note sur la possession française d'Assinie » et en 1898-99, J. EYSSERIC deux notes sur une mission dans la région aurifère du bassin du Bandama.

Le Dahomey et le Togo restent inconnus.

La géologie du Soudan méridional.

Nous avons vu la zone septentrionale, sahélienne, en exposant la conquête géologique du Sahara occidental. Il nous reste ici surtout le Plateau mandingue à l'Ouest, le Plateau de Koutiala et Sikasso et le Plateau de Bandiagara, c'est-à-dire la série primaire qui limite au Nord les grands affleurements de Précambrien de la Guinée, du Soudan (Bougouni), de la Côte d'Ivoire, de la Gold Coast.

On voit apparaître le nom d'Henry HUBERT en 1903, comme auteur d'une note sur des roches des rapides du Niger, arrivées au Muséum, puis en 1905 celui de René CHUDEAU sur la zone Soudan-Niger. Nous retrouverons ces deux noms constamment et en lisant leurs notes, nous y sentons cette concurrence professionnelle, cette jalousie dirons-nous, entre Henry HUBERT, fonctionnaire, Administrateur des Colonies, travailleur consciencieux, faisant chaque année ses itinéraires réguliers et René CHUDEAU, le fantaisiste, l'artiste, l'explorateur vivant en dehors des règlements et ne sortant de son Sahara que parce que le chemin du retour passait par Dakar.

HUBERT a passé plusieurs années au Dahomey et il arrive au Soudan en 1911. Il s'intéresse d'abord à la région située au Sud de la falaise de Bandiagara, puis aux « grès siliceux » de ce que l'on appelait alors le Haut-Sénégal-Niger, en 1912. Ensuite, il reste longtemps au Sénégal. En 1910, R. CHUDEAU avait commencé l'étude du Moyen Niger et du bassin de Tombouctou. Il revient au Soudan en 1915 et publie une première note importante sur le Plateau mandingue en 1917, après avoir étudié le profil géologique du chemin de fer de Kayes au Niger. Il pousse même une pointe vers le Nord jusqu'à Nara.

En 1918, paraît à la Société Géologique de France une Note essentielle de CHUDEAU sur la tectonique de l'Afrique occidentale, puis l'année suivante sur la capture du Niger par le Tilemsi. H. HUBERT reprend son étude des « grès siliceux », et des dolérites qui les traversent à Doualé (1920), puis résume ses observations sur les Feuilles au 1.000.000e de Dakar (avec une partie du Soudan occidental) (1920) et de Bamako (1926).

Source : MNHN, Paris

1926, c'est l'après-guerre de 14-18 et l'arrivée de nouveaux géologues. Au Soudan occidental c'est A. LENOBLE, qui étudie les Cercles de Ramako et de Bougouni, de Kayes et de Bafoulabé (1926-27).

Un renouveau se préparait. Les mines d'or du Bambouk que l'on exploitait tant bien que mal (plutôt mal pour les actionnaires) intéressent les prospecteurs. F. DELHAYE et MATHELIN DE PAPIGNY les étudient à nouveau.

En 1927, R. FURON arrive au Soudan où il devait séjourner deux ans. En dehors de la zone sahélienne qui l'intéressait particulièrement, il étudia le bassin du Haut-Sénégal, y découvrant en 1928 un conglomérat à la base du Cambrien, dont la nature fluvio-glaciaire fut reconnue par L. CAYEUX en 1931, mais qui ne fut publiée que par L. BAUD en juillet 1933. Encore est-il que le conglomérat décrit par BAUD aux environs de Kayes n'est peut-être pas le même que celui du Kaarta (?).

R. FURON publie un certain nombre de notes sur les observations qu'il a pu faire, y compris la découverte de bancs de malachite dans le Cambrien de la région de Nioro. V. PÉRÉBASKINE trouve d'autres indices de Cuivre dans les schistes cambriens situés entre Kayes et Yélimané. Il est de toute évidence que le Cambrien soudanais devrait être prospecté dans ce sens.

R. FURON résume ses observations dans un premier mémoire sur la géologie du Soudan occidental (1932) qui sera complété par la suite. En 1930, il avait publié une carte géologique du Soudan occidental au 2.000.000e, tandis que V. PEREBASKINE donnait la carte du Soudan oriental. Les deux auteurs publiaient une Notice commune.

Comme nous l'avons dit précédemment, c'est en 1933 que R. FURON publia deux notes essentielles pour l'interprétation des séries primaires du Soudan (et de l'A.O.F.) précisant l'âge cambrien de la série schisto-calcaire qui s'étend de la falaise de l'Aouker au Nord jusqu'au Sénégal et même plus au Sud. Ses études sur les dépôts tertiaires et les latérites du Moyen Niger se trouvent complétées par celle de P. JODOT, qui signale également la présence de glauconie dans les grès cambro-siluriens des environs de Bamako, confirmant ainsi leur origine marine.

La géologie en Côte d'Ivoire et Haute-Volta.

Au début du XXe siècle, c'est encore l'Or qui attire géologues et prospecteurs : ARMAS et J. Griffith NORTON en 1902, JORDAN en 1904, Paul COMBES en 1909. Jean CHAUTARD étudie quelques roches éruptives et métamorphiques en 1907, puis des renseignements de première importance vont être apportés par des non-géologues : le Lt P. de CERNON sur le Cercle de Man (1911), l'Administrateur G. JOSEPH (1911-16) et surtout par l'éminent Botaniste A. CHEVALIER qui rapporte de grandes collections de roches de sa Mission de 1909. Les matériaux sont étudiés par A. LACROIX, qui révèle en 1910, l'existence en Côte

Source : MNHN, Paris

d'Ivoire d'une série pétrographique magnésienne tout-à-fait comparable à celle de la charnockite de l'Inde. Le Colonel AZÉMA s'intéresse vivement à cette série.

Henry HUBERT publie quelques notes sur la Côte d'Ivoire et le pays Lobi, entre 1915 et 1919.

Il faut ensuite attendre 10 ans pour avoir de nouveaux renseignements. Ce sont les missions d'E. AUBERT DE LA RÜE, qui publie de 1927 à 1930 une série de mémoires sur la géologie et les ressources minières de la Côte d'Ivoire, concernant tout particulièrement la pétrographie, puis les indices de Manganèse et d'Uranium. J. MALAVOY découvre un Nautile dans l'Eocène inférieur de la côte.

Les Services de Dakar venant à s'organiser, la prospection rationnelle reprend : les quartzites à magnétite par BOLGARSKY (1933), les indices pétrolifères de la région côtière par A. HEIM (1934) et J. ARCHAMBAULT (1938).

On revient à l'étude du Précambrien. C'est P. LEGOUX qui donne un important Mémoire sur les roches magnésiennes du massif de Man, présentant tous les termes de passages des granites à hypersthène jusqu'aux norites. Le Tarkwaien a été recherché et étudié par L. BOUIGE et D. BONNAULT (1935-38), D. SOULE DE LAFONT (1948-52) en Côte d'Ivoire et il a été découvert par J. SAGATZKY en Haute-Volta.

Comme nous l'avons dit, en 1948, M. ROQUES reclasse tout le Précambrien et attribue au Birrimien une grande partie du Précambrien de Côte d'Ivoire, comprenant un immense batholithe concordant de granites syntectoniques et des granites à l'emporte-pièce postérieurs. Ce Précambrien a fait l'objet de trois Mémoires publiés dans le Bulletin de la Direction des Mines de l'A.O.F. : L. BODIN sur les granites birrimiens (n° 12), M. BOLGARSKY sur le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire (n° 9) et J. SAGATZSKY sur la Haute-Volta (n° 13).

Dans la Boucle du Niger, le Dahomeyen est représenté par les « gneiss du Bourré », l'Atacorien par la « série d'Ansongo », le Birrimien par la « série de Lahbezanga » (d'après M. ROQUES), terrains de nouveau étudiés par H. RADIER. Le Précambrien terminal est représenté par la « série de Hombori-Douentza ».

Ce Précambrien présente un intérêt économique évident, puisqu'il contient de l'Or, du Manganèse et des Diamants.

L'Or avait été signalé par BINGER dès 1887 dans le bassin de la Comoë. Les financiers se préparèrent à exploiter la « nouvelle Californie », qui produisit 211 kgs d'or en 1895, 101 en 1898 et 8 en 1900. Depuis cette époque, il ne reste plus qu'une seule compagnie dans la région de Kokumbo.

Le Manganèse a d'abord été reconnu dans la série d'Ansongo par le Lt DESPLAGNES en 1907. Le minerai est riche, mais éloigné d'un port. Il a été ensuite prospecté en Côte d'Ivoire par E. AUBERT DE LA RÜE en 1925-26, qui a montré qu'il s'agit de l'altération de *gondites*, puis par E. W. MOLLY en 1946.

Les premiers Diamants de Côte d'Ivoire furent trouvés en 1930 par L. THIÉBAUT. Des gisements exploitables ont été découverts dans

Source : MNHN, Paris

la vallée du Bou, à 150 km au NE de Bouaké. Ils proviennent de la série métamorphique de Tortiya étudiée en 1951 par G. BARDET et située dans le Birrimien inférieur, envahi par le grand pluton granitique.

Le petit bassin crétacé-éocène de la côte a attiré l'attention par ses indices pétrolifères, du bitume surtout et a fait l'objet de quelques sondages sans résultat.

On doit à l'Ingénieur J. PRUNET des études hydrogéologiques fort intéressantes (1949) sur les conditions de l'alimentation en eau potable des villes d'Abidjan, Bouaké, Ferkessédougou et Ouagadougou.

Enfin, A. LACROIX a consacré quelques notes à l'étude des roches de Côte d'Ivoire, puis aux tectites, ces verres météoritiques découverts il y a quelques années.

La géologie du Dahomey (1900-1950).

Les premiers renseignements datent de 1902 ; c'est une courte note de G. BROUSSEAU dans la « *Géographie* », suivie d'une autre de J. BÖHM en 1904, dans le Bulletin de la Société géologique allemande, de Berlin.

On voit ensuite apparaître le nom d'Henry HUBERT qui publie quelques notes d'abord, puis sa Thèse en 1908, rendant compte de sa « Mission scientifique au Dahomey » (568 pages, 21 pl., 1 carte géologique). HUBERT avait reconnu deux séries anciennes, des gneiss à scapolite, des granites alcalins, les calcaires de la côte, du phosphate de chaux et du titane. Tout semblait dit et pendant plusieurs années personne n'aura la curiosité d'aller au Dahomey. Tout au plus doit-on à G. GARDE un itinéraire géologique Nord-Sud, du Niger à Savé, à travers le Dahomey septentrional et central (1912).

Il faut attendre 1927 et 1928 pour retrouver un géologue dans ces parages. C'est E. DE CHÉTELAT qui fait un voyage au Dahomey et en Haute Volta, signalant des calcaires phosphatés dans le Tertiaire de Pomé.

Les grandes lignes de la géologie étant acquises, on en revient à la recherche des matières minérales utiles.

A partir de 1933, A. CHERMETTE et R. PHOKOPENKO publient sur le Dahomey, puis A. CHERMETTE se consacre entièrement à la prospection des indices de Titane, d'Or de la Haute-Perma, du Fer du cercle de Kandi.

On revient ensuite à la géologie pure avec R. POUGNET et M. ROQUES, distinguant un Précambrien très ancien, le *Dahomeyen*, surmonté d'un *Atacorien* quartziteux.

Parmi les séries récentes, les grès de Kandi sont rattachés au « Continental intercalaire » et les grès argileux de Gaya au « Continental terminal », post-éocène, se reliant facilement aux formations voisines de la Nigeria britannique.

Enfin, les formations côtières (Crétacé supérieur-Eocène) se sont

Source : MNHN, Paris

révélée riches en phosphate de chaux (L. D. Visse, 1953). Ces formations sont celles de la Lama, individualisées en 1943 par H. Besairie et séparées des sables argileux inférieurs de la Locogba, crétacés. Parmi les fossiles éocènes, il y a des Nummulites et elles ont été déterminées comme *Ranikothalia Sahnii-Savitriæ* (n. sp.) de l'Eocène inférieur, par le Colonel L. M. Davies (*J. of Palaeobotany*, 1952).

La géologie du Togo français.

Le Togo allemand fut partagé entre la France et l'Angleterre par le Traité de Versailles. La moitié orientale, voisine du Dahomey, fut confiée à la France, en 1919, mais la commission de délimitation franco-britannique ne termina ses travaux qu'en 1927.

Les géologues français n'ont pu que continuer l'œuvre entreprise

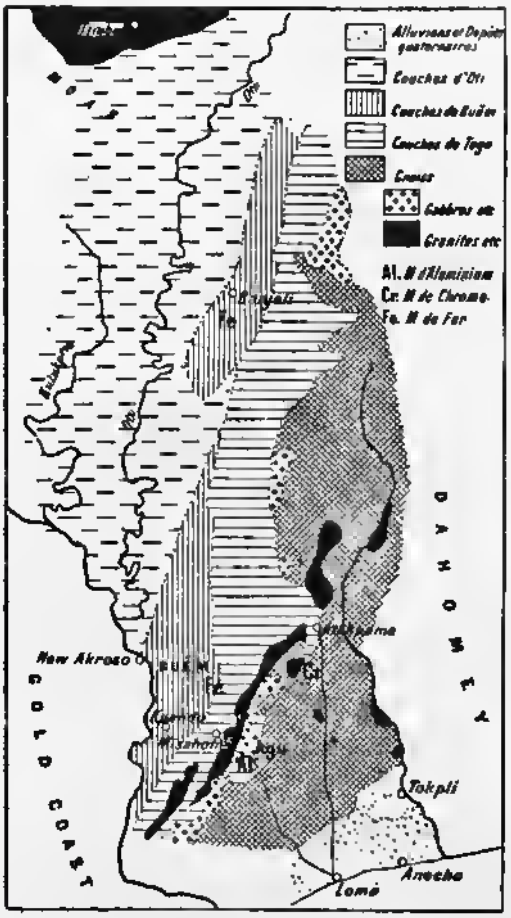


Fig. 14. — Croquis géologique du Togo (P. Lemoine, d'après Koert, 1911).

Source : MNHN, Paris

par leurs prédécesseurs allemands qui comptent des noms illustres, comme ceux de L. von AMMON, KOERT, OPPENHEIM, STROMER von REICHENBACH.

En 1910, W. KOERT avait publié une carte géologique du Togo, qui fut longuement commentée par P. LEMOINE, dans la *Géographie*.

L'ensemble de la structure est relativement simple : une pénéplaine précambrienne bordée d'un liseré de roches sédimentaires crétacées et tertiaires sur la côte du Golfe de Guinée. Ces calcaires éocènes de la côte furent découverts en 1905 à Tokpli par L. von AMMON et la faune (23 espèces) fut publiée par OPPENHEIM en 1915.

En 1929, N. KOURIATCHY fut envoyé en mission par le Gouvernement français ; il fit au Togo un séjour de deux ans et y prépara une Thèse consacrée surtout à la pétrographie et à l'hydrogéologie, étudiant les serpentines et les chromites (1933).

N. KOURIATCHY avait fait creuser un puits à Togblékové, dans la région côtière et ce puits toucha des calcaires fossilifères à 38 mètres de profondeur. La faune recueillie fut étudiée par R. FURON et publiée en 1948 dans les *Mémoires du Muséum*. C'est une faune paléocène importante (Montien-Thanétien) (66 espèces d'Invertébrés, sans Nummulites) qui a été retrouvée par la suite en Gold Coast (R. L. COX, 1952) et au Sénégal (F. TESSIER, 1952).

Depuis cette époque, A. CHERMETTE a prospecté le Togo et décrit les gisements de Chromite, d'Or, de Rutile et de Bauxite (1949), tandis que le Fer de Bassari, signalé par HUPFELD en 1899, était revu par R. CORNEVIN en 1953. Enfin, L. D. VISSE reconnaît une zone phosphatée intéressante dans les calcaires tertiaires du Togo, faisant suite à ceux du Dahomey.

Géologie appliquée.

Nous en avons déjà vu l'essentiel au cours de l'histoire de la géologie, car il y a très peu d'exploitations.

OR.

La zone aurifère la plus notable est celle du Soudan français, très liée à celle du Bambouk (Sénégal et Soudan) et de la Guinée (Siguiri). Des indices ont été signalés en Côte d'Ivoire, au Dahomey et au Togo, mais ne donnent pas lieu à des exploitations importantes.

DIAMANTS.

Le premier Diamant fut signalé dans le Sud-Est de la Côte d'Ivoire en 1930, par L. THIÉBAUT. On en trouva d'autres par la suite, dans le Centre et l'Ouest en 1935-36, dans l'Est en 1940. Ce n'est qu'après la guerre que des gisements exploitables furent découverts, dans la vallé du Bou, à 150 km au NE de Bouaké. D'un type nouveau, ils ont

Source : MNHN, Paris

été décrits en 1951 par G. Bardet. Il s'agit d'un gisement lié à la présence de conglomérats dans le Birrimien inférieur, se rapprochant de ce fait du type Birrim de Gold Coast. Le rôle du granite dans la minéralisation reste inconnu.

Ce gisement est intéressant parce qu'il montre l'intérêt de la prospection de tous les conglomérats anciens. On a signalé des minéraux précieux dans le conglomérat situé à la base du Cambrien du Soudan, dans le conglomérat de base du Voltaien de Gold Coast et dans des conglomérats postérieurs. Le Birrimien inférieur est toutefois à l'origine même des diamants.

Les exploitations du cours supérieur du Bandama ont donné 70.000 carats en 1952.

Manganèse.

Le Précambrien, le Birrimien en particulier, contient des dépôts de Manganèse, fort bien étudiés en Gold Coast, où les gisements de Nsuta produisent 500.000 tonnes par an.

En Côte d'Ivoire, E. Aubert de la Rüe et E. W. Molly ont étudié les indices de Côte d'Ivoire, mais ce n'est que pendant la guerre de 1939-45 qu'on retrouva des indices signalés depuis longtemps par Sagatzsky, à Tiéré en Haute-Volta, au NE de Houndé. Il s'agit d'un important gisement inclus dans les schistes birrimiens, sur la voie ferrée du Mossi.

D'autres indices ont été signalés en 1907, par le Lt Desplagnes près d'Ansongo, sur le Niger, au Soudan oriental.

Chrome.

C'est en 1909 que le géologue allemand W. Koert découvrit un gisement de chromite, aux environs d'Atakpamé, au Togo. Ces indices furent retrouvés et décrits par Arsandaux en 1923, puis N. Kouriatchy en découvrit d'autres au Mont Ahito. A. Chermette prospecta ces régions de 1939 à 1941. Le minerai est tié comme toujours à des serpentines et n'a pas encore été exploité.

En Guinée forestière, A. Obermuller a trouvé de la chromite alluvionnaire, mais l'absence totale de moyens de transport n'a pas encouragé la prospection de ces indices.

Titane.

A. Chermette a indiqué des gisements éluvionnaires de Rutile sur les gneiss du Dahomey et du Togo.

Phosphates.

Les phosphates signalés par H. Hubert dans les calcaires de la Lama au Dahomey, ont été retrouvés et étudiés. Ils constituent un dépôt utile à Toffo, au-dessus des couches à Nummulites.

Source : MNHN, Paris

Fer.

Le Fer de Bassari (Togo) découvert en 1899 par Huppeld, revu par Koert (1906), Kouriatchy (1932), Kachinsky (1933), Chermette (1941) est considéré comme exploitable par R. Cornevin (1953).

BIBLIOGRAPHIE.

Soudan méridional et oriental.

Furon (R.), Perebaskine (V.). — Carte géologique du Soudan au 2.000.000, et Notice. *Rev. Géogr. Phys. et Géol. dynam.*, 1930.

Perebaskine (V.). — Contribution à l'étude géologique du Soudan oriental. (Thèse). *Bull. Ag. Gén. Colonies*, 1933, n° 286, 287, 288, 11 fig., 9 pl., 1 carte.

Furon (R.). — Le Crétacé et le Tertiaire du Sahara soudanais. *Arch. Muséum Nat. Hist. Nat.*, 1935, t. 13, pp. 1-94, 7 pl.

Radier (H.). — Contribution à l'étude stratigraphique et structurale du détroit soudanais. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1953, (6), t. 3, pp. 677-696, 3 fig.

Côte d'Ivoire et Haute Volta.

Legoux (P.). — Le Massif de Man. Essai de géologie pétrographique. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1939, n° 3.

Bolgarsky (M.). — Etude géologique et description pétrographique du Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1950, n° 9.

Bodin (L.). — Contribution à l'étude des granites birrimiens dans le Précambrien de l'A.O.F. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1951, n° 12.

Sagatzky (J.). — La géologie et les ressources minières de la Haute-Volta méridionale. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1954, n° 13.

Dahomey.

Hubert (H.). — Mission scientifique au Dahomey. (Thèse) 1908. 568 p., 1 carte géologique.

Togo.

Kouriatchy (N.). — Contribution à la connaissance de la géologie du Territoire du Togo placé sous le mandat de la France. *Bull. Comité Et. hist. et sc. A.O.F.*, 1933, pp. 493-629, 1 carte géologique.

Furon (R.), Kouriatchy (V.). — L'Eocène du Togo. *Mém. Muséum Nat. Hist. Nat.*, 1948, t. 27, fasc. 4, pp. 95-114, 2 pl.

Chermette (A.). — Esquisse physique et géologique du Togo. *Bull. Serv. Mines A.O.F.*, 1949, n° 11.

Source : MNHN, Paris

VI. AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE ET CAMEROUN.

Généralités.

A. Le Sahara oriental. Le bassin du Tchad. De Nachtigal à J. Tilho et M. Dalloni. Depuis 1940. Bibliographie.

B. Congo, Gabon, Oubangui. De Paul Du Chaillu à Erasme Loir. 1925-45 : V. Babet. Depuis 1945. Géologie appliquée (Cuivre, diamant, or, manganèse, plomb et zinc. La production minière en 1953). Bibliographie.

C. Cameroun.

L'Afrique Equatoriale française s'étend sur 30 millions de kilomètres carrés et sur plus de 28° de latitude. Elle est curieusement allongée des frontières de la Libye au Congo, groupant des territoires aussi divers que le Tchad (oriental seulement) avec le Tibesti, l'Oubangui, le Gabon et le Congo.

Ce monstre administratif n'a aucune unité géographique, ni géologique, et nous devrons en diviser l'étude en deux parties :

le Bassin du Tchad et le Sahara oriental (englobant une partie du Niger français qui dépend de l'A.O.F.),

l'Oubangui, le Gabon et le Congo français, qui appartiennent dans l'ensemble au Bassin du Congo et sont parfaitement isolés du Bassin du Tchad par la dorsale cristalline qui s'allonge du Cameroun au Soudan égyptien.

La connaissance géologique a été plus précoce au Sahara et au Congo.

La première Carte géologique que l'on puisse reconnaître comme telle d'après son échelle, fut dressée en 1913 par un Administrateur des Colonies, Erasme Loir, chargé du Service des Mines, « sur l'ordre de M. le Gouverneur général Merlin ». Au 5.000.000e, elle ne parut d'ailleurs qu'en 1918 et témoigne de l'ignorance complète où l'on était de la géologie à cette époque, en dehors des Territoires du Tchad.

Dix ans plus tard, en 1928, M. E. Denaeyer publie une nouvelle carte, au 3.000.000e, exprimant les quelques progrès qui ont été faits. Ce ne sont encore que de petits progrès, parce que le pays est difficile à pénétrer et que fort peu de géologues ont l'occasion d'y travailler.

A partir de 1925, le Gouverneur Général Antonetti créa une « Mission géologique permanente » et fit venir Victor Babet. D'autres géologues vinrent ensuite, étudiant la stratigraphie et les ressources minières, sous la direction de J. Lombard.

Source : MNHN, Paris

Dans cet immense pays sans fossiles, séparé du Tchad par la dorsale cristalline, les géologues français n'ayant point d'échelle stratigraphique locale envisagent surtout de se raccorder avec les territoires belges voisins, mieux étudiés depuis longtemps. Les géologues belges, de leur côté, ont travaillé dans le Bas-Congo, mais aussi dans le Katanga dont les richesses minières nécessitaient beaucoup de recherches. Ici, les géologues belges, toujours en l'absence de fossiles, eux aussi, se sont raccordés le plus possible à la Rhodésie et à l'Afrique du Sud.

Il en est résulté ceci que pour certains terrains de l'A.E.F., les géologues français se sont raccordés, très utilement d'ailleurs, au Bas Congo belge, ceci pour le Mayombe et la zone de terrains supposés primaires, mais aussi pour les terrains de couverture. Ils ont été ainsi amenés, sous l'influence de leurs confrères belges, à adopter sans aucune raison locale, une échelle stratigraphique sud-africaine (Karroo, Kalabari, etc.).

Le plus bel exemple est celui des plateaux gréseux de Ouadda-Ndélé en Oubangui. Décrits par le Commandant CARRIER en 1924, ils sont comparés par lui aux « Grès du Tegama », infracrétacés, qu'il avait également vus. Toutefois, quelques mois plus tard, un géologue belge, M. E. DENAEYER les attribue au « Lubilash » du Congo belge.

Les « Grès de Carnot », dans la Haute-Sangha sont décrits par V. BABET comme du « Lubilash » en mai 1935. R. FURON ayant réussi à le convaincre que ces grès ressemblaient beaucoup plus au « Continental intercalaire » infracrétacé de l'Ouest africain, les deux auteurs publient une note à l'Académie pour fixer ce point de vue, le 17 juin 1935. Au mois de novembre de la même année, un autre géologue belge, G. BORGNIEZ se rallie à cette opinion, écrivant que les « grès de Carnot » sont du « Lubilash » douteux, qu'ils ressemblent bien plus aux grès de Ndélé et aux formations secondaires du Nord-Cameroun. Il ajoute même : « Au Congo belge, où de nombreuses questions se posent, les géologues ont souvent jeté le regard vers le Sud. Du Nord également peut jaillir la lumière » (*Chronique des Mines coloniales*, 1935, p. 372). BARET cependant reviendra au « Karroo » par la suite.

En 1943, P. LEGOUX, Chef du Service des Mines de l'A.E.F. publie une nouvelle carte d'ensemble au 3.500.000e. Il y porte les « grès de Ndélé » et ceux de Carnot en « Karroo.RT », mais il rappelle l'opinion de R. FURON, qui pour révolutionnaire qu'elle soit, reste à considérer.

En 1947, dans une étude d'ensemble publiée dans la *Revue générale des Sciences*, R. FURON persiste à préférer un âge crétacé plutôt que Trias pour ces grès continentaux. Au Congo belge d'ailleurs, M. SLUYS exprimait des doutes sur l'âge triasique du Lualaba (1950).

En 1952, les Cartes officielles de l'A.E.F. (par M. NICKLÈS) et la Feuille 5 de la Carte Géologique Internationale de l'Afrique portent tous ces grès en Trias (Karroo supérieur, comme au Congo belge). Tout au plus peut-on obtenir l'inscription d'un point d'interrogation, mais il fallait, en dehors de toute considération, se raccorder avec le Congo belge.

Source : MNHN, Paris

En 1953, J. Gsell, après une étude comparative des grès du Massalit (Ouadaï) et des autres, les assimile tous au « Continental intercalaire ».

La démonstration suivit rapidement, lorsque P. de Saint-Seine démontra, avec des Poissons fossiles, que le « Karroo » supérieur du Congo belge n'était pas triasique, mais crétacé.

Si donc la zone Sud de l'Afrique équatoriale française a présenté bien des difficultés, elle nous donne en même temps une leçon, elle nous encourage à avoir des idées personnelles appuyées sur des observations.

On doit à Maurice Nicklès, Chef du Service Géologique créé en 1945, une Notice explicative (en collaboration avec V. Hourcq), accompagnant la Carte au 2.000.000e en trois feuilles, et qui met au point nos connaissances à cette époque (1952).

Le problème le plus considérable est actuellement celui de l'âge des Systèmes schisto-calcaire et schisto-gréseux. Ils ont toujours été considérés comme primaires. L'analyse isotopique des galènes du Niari, publiée en Belgique par L. Cahen (1954), donne un âge de 630 millions d'années. La confirmation de ces chiffres conduirait à intégrer les deux systèmes dans le Précambrien.

BIBLIOGRAPHIE.

Denaeyer (M. E.). — Carte géologique au 6.000.000e et Notice explicative. *Atlas des Colonies françaises*, Paris, 1933.

Legoux (P.). — Carte géologique de l'Afrique Equatoriale française et Notice. *Bull. Service Mines A.E.F.*, 1943.

Furon (R.). — Géologie et ressources minérales de l'Afrique Equatoriale Française. *Revue générale des Sciences*, 1947, pp. 129-133.

Furon (R.). — Géologie de l'Afrique. Chapitre XVII, pp. 243-260. Paris, 1950.

Nicklès (M.), Hourcq (V.). — Carte géologique de l'A.E.F. et du Cameroun au 2.000.000e. 3 feuilles. Notice explicative de 109 pages. 1952.

Source : MNHN, Paris

A. LE SAHARA ORIENTAL. LE BASSIN DU TCHAD.

Le Bassin du Tchad est limité au Nord par le Tibesti et les plateaux orientaux du massif du Hoggar, au Sud par la dorsale cristalline de l'Oubangui, à l'Ouest par l'Aïr, à l'Est par les plateaux de l'Ouadaï et de l'Ennedi.

Il appartient administrativement à l'A.O.F. pour sa moitié occidentale et à l'A.E.F. pour sa partie orientale, au Cameroun pour une petite zone.

Le centre de la cuvette est occupé par le Lac Tchad lui-même (cote 243), lequel n'est pas au point le plus bas. Celui-ci se trouve à 700 km au Nord-Est (comme l'avait prévu NACHTIGAL), vers la cote 150. Le Bahr el Ghazal est bien un effluent du Tchad, obstrué par les atterrissements du Chari.

Nous étudierons les progrès de la géologie dans trois zones : le Tibesti et les plateaux du Nord-Est, le remplissage de la cuvette, le passage entre le Tibesti et le Tassili des Ajjer.

De NACHTIGAL à J. TILHO et M. DALLONI.

Le Tibesti est resté longtemps insoupçonné des géographes européens. BARTH, au cours de son voyage (1850-55) s'en fut de Tripoli au Tchad, mais ne vit pas le Tibesti. ROHLFS en 1866 trouva assez de renseignements pour signaler son existence et en donner un croquis approximatif, mais G. NACHTIGAL fut le premier Européen à le visiter en 1869. Il put aller de Tripoli à Bardai, mais dut retourner par le même chemin. Il adressa une relation de son voyage à DUVEYRIER qui la fit paraître dans le *Bulletin de la Société de Géographie* de 1870, indiquant des granites, des plateaux de grès et des volcans, dont le Toussidé qui devait dépasser 2.000 mètres d'altitude. Il visite ensuite les oasis du Kaouar et étudie le Tchad de 1870 à 1873. Il donne les détails de son exploration dans son grand ouvrage *Sahara und Sudan,* paru entre 1879 et 1889.

Les Oasis du Kaouar (Bilma, etc.) avaient été visitées par BARTH et par ROHLFS et celui-ci avait aperçu des Ammonites entre Bilma et Agadem.

Les premiers documents vont être recueillis au cours de l'occupation française. C'est d'abord le Capitaine MONTEIL qui trouve près de Bilma un Oursin du Crétacé supérieur que V. GAUTHIER nomme *Noetlingia Monteili* et dont A. DE LAPPARENT souligne l'importance (1901), posant déjà la question d'un golfe crétacé venu de Tripolitaine.

La Mission FOUREAU-LAMY arrive au Tchad et ses documents sont étudiés par GENTIL et HAUG. En particulier, GENTIL signale l'existence des granites à riébeckite et à aegyrine de la région de Zinder, sur la bordure orientale du bassin du Tchad. En 1903, le Lt LACOIN découvre

Source : MNHN, Paris

les pointements rhyolithiques de Hadjer el Hamis, à 10 km au Sud du Tchad.

En 1904, le Colonel GOURAUD occupe le Tchad. Il est accompagné du Capitaine H. FREYDENBERG, dont les observations météorologiques, géologiques et hydrologiques font l'objet d'une Thèse de Doctorat (1908). Le même auteur décrit également les matériaux recueillis par le Lt AYASSE entre N'Guigmi et Bilma.

Ensuite, une Mission de délimitation commandée par le Capitaine J. TILHO va établir la frontière entre le Niger, le Tchad français et la Nigeria britannique. Cette mission travailla pendant trois ans, de 1906 à 1909. Ses résultats scientifiques sont connus par les 3 volumes de la « Mission TILHO » et par la Thèse de G. GARDE, Géologue de la mission (1910). L'année précédente, R. CHUDEAU qui était déjà venu au Tchad lors de son premier voyage transsaharien, avait décrit quelques Ammonites du Damergou, cette butte-témoin de Crétacé supérieur à la limite du Bassin du Tchad et de celui du Niger. Tous ces renseignements se complètent et on a déjà la certitude que le Crétacé supérieur marin a envahi le bassin du Tchad et qu'il repose dans l'Ouest sur les grès continentaux infracrétacés à Bois silicifiés et Reptiles, découverts par CHUDEAU au Sud de l'Aïr.

En 1909 encore, L. GERMAIN décrit une quantité de Mollusques subfossiles, continentaux et d'eau douce, qui comprennent des espèces répandues de la Mauritanie à la vallée du Nil.

Vers l'Est, le Ouadaï a été abordé par les Capitaines CORNET et FERRANDI, le Commandant BORDEAUX, les Capitaines SCHNEEGANS et BOURREAU qui ont rapporté quelques échantillons de roches. En 1911-12, le Capitaine ARNAUD part en reconnaissance et recueille des matériaux qui sont étudiés par P. LEMOINE. On entrevoit que l'Ouadaï est un grand plateau de roches granitiques et métamorphiques (rangées dans l'Archéen par CHUDEAU et LEMOINE) supportant au Nord les plateaux gréseux de l'Ennedi. Les grès du Massalit constituent des buttes isolées, entaillées par les oueds (1911). On ne connaît pas l'âge de ces grès, mais ils ressemblent à ceux de Ndélé en Oubangui *et à ceux du Tegama*, bien plus qu'aux grès dévoniens de l'Ennedi. En 1914, le Dr JAMOT rapporte des roches qui sont étudiées par H. ARSANDAUX et H. HUBERT signale des grès à *Harlania*, donc siluriens, provenant de l'oasis de Djado, au Nord de Bilma.

En 1912, le Commandant TILHO prend en charge le Borkou, pour trois ans. Il visite l'Erdi et l'Ennedi, puis s'attaque au Tibesti dont il commence le levé topographique en 1915. Il explore le Massif volcanique du Koussi et donne une carte au 1.000.000e en 1925. Chargé de Mission par l'Institut, il avait recueilli de très nombreuses observations et des échantillons de roches. On voit dès lors l'importance des grands volcans : l'Emi Koussi (3.400 m) et le Toussidé (3.000). A. LACROIX étudie les roches volcaniques. La Mission TILHO a également trouvé des grès siluriens à *Harlania* au NW de l'Ennedi, entre

Source : MNHN, Paris

Faya et le pied de l'Emi Koussi. Le Capitaine ROTTIER rapporte encore des roches des oasis du Kaouar, mais on ne trouve toujours pas de fossiles.

L'extension de l'occupation française conduit à l'envoi d'une Mission de délimitation des frontières entre les territoires français et le Soudan anglo-égyptien, entre le Ouadaï et le Darfour. Commandée par le Colonel GROSSARO, cette Mission a la chance de comprendre un Officier géologue, le Commandant CARRIER, qui recueille des échantillons et de plus fait des observations précises, toujours utilisables. Ses matériaux sont envoyés au Muséum et étudiés par M. E. DENAEYER pour les roches et P. H. FRITEL pour les fossiles (1924-25). La stratigraphie des plateaux gréseux de l'Ennedi est assurée : grés gothlandiens à *Harlania*, grés dévoniens à *Spirophyton*, Culm à *Lepidodendron* et *Archaeosigillaria*. Quant aux roches, la plus curieuse est encore le grés du Massalit et autres plateaux. Présumés de l'Infracrétacé par le Capitaine ARNAUD, qui avait *vu* ceux du Tegama, ils avaient été attribués au Karroo par J. COURTET, à l'Eocène par FALCONER, et M. E. DENAEYER les considère comme primaires. Ils sont recouverts par des latérites pisolithiques.

En 1930, le Ministre des Colonies envoie une Mission scientifique au Tibesti. M. DALLONI et A. DE CHOUBERSKY sont chargés de la géologie et des gîtes minéraux. L'ensemble des travaux est publié par l'Académie des Sciences dans le Tome 61 de ses Mémoires (1934).

M. DALLONI précise l'extension des grés primaires au Sud du Tibesti (Gothlandien à *Harlania*), Dévonien à *Spirophyton*. Des Bois silicifiés ont été recueillis à Aozou, dont la position reste incertaine. Les Poissons et les Reptiles quaternaires sont décrits par C. ARAMBOURG et les Diatomées par AMOSSÉ. Les roches volcaniques sont longuement décrites par A. LACROIX qui indique la succession des éruptions : basaltes, rhyolithes et phonolithes, puis basalte des plateaux et basalte des vallées.

A. LACROIX complète cette étude par une revision complète (60 pages) de toutes les roches éruptives (grenues et volcaniques) du Sahara et du Nord-Est de l'Afrique (Hoggar, Libye, Ethiopie, Somalie et même Arabie).

En 1932, le Botaniste A. CHEVALIER fit une tournée sur les confins occidentaux du Tchad et rapporta au Muséum un grande série de fossiles. Leur étude fit l'objet d'un Mémoire de R. FURON montrant l'existence encore insoupçonnée du Cénomanien à *Neolobites* dans le bassin du Tchad, de l'importance du Turonien à Vascocératidés, complété par le Sénonien de Bilma et un Eocène trouvé entre Chirfa et Tiffa (1934-35).

R. FURON et C. KILIAN reprennent l'hypothèse d'une communication marine du Crétacé supérieur entre le Golfe de Guinée et la Méditerranée, passant par un chenal entre le Tibesti et le Hoggar, hypothèse déjà émise par E. SUESS (dans la Face de la Terre) et acceptée par H. DOUVILLÉ et J. TILHO, puis mise en doute. Une preuve allait

Source : MNHN, Paris

être découverte en 1938 : un Oursin crétacé dans l'enneri Chelemma, au Nord de Djado (C. KILIAN et X. LANGLOIS).

A. CHEVALIER, C. KILIAN et P. CORSIN étudient les matériaux envoyés de Defirou (Tibesti occidental) par le Commandant OGIER. C'est encore une flore du Culm à *Archaeosigillaria*.

Depuis 1940.

La bordure Nord du Tibesti restait peu connue. Un géologue italien, Ardito DESIO reconnut en 1940 la bordure Nord et Nord-Est du massif, pénétrant profondément dans plusieurs vallées. Peu de temps après, Th. MONOD explorait la même région remontant au Nord jusqu'au massif de Zouma.

En 1942, l'Adjudant-Chef GOBIN retrouve les Ammonites de Zao-Baba, au Sud de Bilma, aperçues par ROLHFS en 1866 et jamais revues. Ce sont des *Hoplitoides* du Turonien (R. FURON, 1942).

Après la guerre, le Gouverneur Général de l'Algérie chargea M. LELUBRE d'étudier les confins du Fezzan et du Tibesti. M. LELUBRE partit de Mourzouk le 21 octobre 1945 et visita toute la région inconnue jusqu'en février 1946. Il put préciser la répartition des grès primaires et montrer que l'Eocène marin découvert par E. DESIO s'avançait beaucoup plus loin qu'on ne l'avait pensé. Ces calcaires éocènes sont recouverts par les basaltes (1950).

En 1945, M. DALLONI retourne sur les confins du Tibesti, complétant ses observations précédentes. Parmi les nouveautés, on peut citer les Bois silicifiés du Continental intercalaire étudiés par E. BOUREAU. Un Stromatolithe de type cambrien fut trouvé parmi les matériaux, mais il en existe d'autres dans le Carbonifère, d'un autre type d'ailleurs, de telle sorte que sa présence devient très insolite et qu'il est préférable de ne pas en tenir compte.

L'extension du Continental intercalaire et du Crétacé marin va être précisée au Sud du Tchad, par E. ROCH en territoire du Tchad et du Cameroun. Dans la région de Pala et de Léré, E. ROCH a défini un Continental intercalaire à Bois silicifiés (E. BOUREAU) et faune à *Estheria, Cypris, Lepidotus Manni* et plaques de Mésosuchiens. Le Crétacé marin débuterait avec des calcaires à *Venilicardia cuneata* du Cénomanien tout-à-fait inférieur. Dans le fossé de la Mbéré, le Continental intercalaire contient encore des bois silicifiés découverts autrefois par BRUSSET et déterminés par P. H. FRITEL.

Ces études détaillées sont d'autant plus intéressantes qu'elles expliquent des observations anciennes des auteurs allemands depuis MANN jusqu'à HYDE, et qu'elles s'encadrent parfaitement dans un ensemble qui est devenu peu à peu cohérent (1949 et 51). L'ensemble a été publié dans le N° 1 du *Bulletin du Service des Mines du Cameroun* (1953).

C'est aussi au Continental intercalaire que J. GSELL rapporte les Grès du Massalit qu'il a étudiés au Ouadaï (1953), tandis que d'autres grès de la même province contiennent une flore du Culm (ABADIE, 1954).

Source : MNHN, Paris

Les formations récentes qui occupent tout le centre du bassin du Tchad ont plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Quelques reconnaissances géophysiques laissent supposer l'existence de fosses profondes. Le forage de Maiduguri (en Nigeria, à l'Ouest de Fort-Lamy) a traversé 700 mètres de sables et d'argiles avant de toucher le Crétacé marin, épais de plus de 400 mètres.

Dans la région Ouest de Bilma, le Crétacé supérieur marin a été retrouvé aux Monts Kafra, par Ph. RENAULT (1953) puis la coupe complète de Dibella à Bilma est publiée par H. FAURE (1954), depuis le socle cristallin jusqu'au « Continental terminal ».

Quant à la capture éventuelle du Logone par la Bénoué, dénoncée par le Général TILHO, elle a été étudiée à nouveau en 1947 par le Général TILHO lui-même, par J. DRESCH (qui pense que ce n'est qu'une hypothèse) et par H. JACQUES-FÉLIX.

. . . . . .

Bien qu'il ne s'agisse pas de territoires français, nous ne saurions passer sous silence la géologie du Fezzan, qui est en très grande partie l'œuvre des géologues et géographes français, depuis 1944. Nous rappellerons seulement les noms de A. CORNET, P. BELLAIR, F. CAPOT-REY, M. DALLONI, J. M. FREULON, A. F. DE LAPPARENT, M. LELUBRE, N. MENCHIKOFF, Th. MONOD, dont les travaux ont grandement contribué à la connaissance du Sahara oriental.

BIBLIOGRAPHIE.

FOUREAU (F.). — Documents scientifiques de la Mission saharienne FOUREAU-LAMY. Paris, 1905, 2 vol., 1610 p., 428 fig., 30+16 pl.

FREYDENBERG (H.). — Le Tchad et le Bassin du Chari. Thèse, 1908.

TILHO (J.). — Documents scientifiques de la Mission Tilho (1906-1909). 3 vol., Paris, 1910-14.

FRITEL (P. H.). — Végétaux paléozoïques et organismes problématiques de l'Ouadaï. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1925, (4), t. 25, pp. 33-48.

CORSIN (P.). — Flore dinantienne de Defirou. *Arch. Muséum Nat. Hist. Nat.*, 1934, (6), t. 11, pp. 147-155.

DALLONI (M.). — Mission au Tibesti (1930-31). *Mém. Ac. Sc.*, 1934, (2), t. 61, vol. 1 (avec Pétrographie par A. LACROIX).

DALLONI (M.). — Matériaux pour l'étude du Sahara oriental. Région entre la Libye, le Tibesti et le Kaouar (Niger). *Inst. Recherches sahariennes Univ. Alger*, 1948, t. 6, 120 p.

FURON (R.), KILIAN (C.). — Primaire et Crétacé entre le Tibesti et l'Aïr. *C. R. Ac. Sc.*, 1934, t. 198, p. 1798.

LELUBRE (M.). — Sur les séries antécambriennes du Tibesti septentrional. *C. R. Ac. Sc.*, 1946, t. 223.

LELUBRE (M.). — Aperçu sur la géologie du Fezzan. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, Travaux des Coll., 1952, fasc. 3, pp. 109-148, 4 fig., bibliographie.

ROCH (E.). — Itinéraires géologiques dans le Nord du Cameroun et le Sud-Ouest du Territoire du Tchad. Avec la Collaboration de E. BOUREAU, A. FAURE-MURET, E. JEREMINE, S. DEFRETIN. *Bull. Serv. Mines Cameroun*, n° 1, 1954.

JACQUES-FELIX (H.). — La vie et la mort du Tchad. *Bull. agronomique de la Direction de l'Agric. Minist. Fr. Outre-Mer*, 1947, n° 3, 96 p.

FAURE (H.). — Géologie des régions au nord du Tchad. *C. R. Soc. géol. Fr.*, 1954, pp. 309-312.

Source : MNHN, Paris

B. CONGO, GABON ET OUBANGUI.

Dés le début du XVI[e] siécle, des Jésuites s'installent sur la côte du Gabon. Leurs établissements furent certainement trés importants, puisqu'ils eurent jusqu'à 30.000 eselaves, puis ils disparurent presque complètement.

Cependant, lorsque l'Amiral Linois prit terre á Mayoumba en 1802, il y trouva des indigénes qui savaient le français.

En 1837, le Lt de vaisseau Bouet-Villaumez fut chargé d'étudier la côte, dans le but d'y installer des bases navales afin de lutter eontre la traite des Noirs. De sa propre autorité, il signa en 1839 un traité avee le roi Denis, qui nous donnait deux lieux earrées de terrain dans la baie du Gabon. Ce terrain fut oceupé effectivement en 1843. On y construisit un fort, puis une Mission eatholique. En 1849, un eroiseur français ayant délivré les eselaves noirs embarqués sur l'*Elizia*, les débarqua au Fort-Français, qui fut alors nommé Libreville.

En 1856, Paul Du Chaillu remonte le Mouni, la lagune de Fernan Vaz et l'Ogooué, une partie de la N'Gounié. En 1865, il s'aventure plus á l'Est et traverse le massif montagneux qui porte maintenant son nom.

Aprés la guerre de 1870, le Gouvernement français manifesta l'intention d'évacuer Libreville et d'y laisser la garde du pavillon aux Péres du Saint-Esprit ou á un trafiquant (comme à Grand Bassam).

Cependant, entre 1872 et 1874, le Marquis de Compiègne et M. Marche, puis le géologue autriehien Oskar Lenz remontent l'Ogooué jusqu'en pays Okandé. Lenz en a laissé une deseription géologique. Il avait déeouvert le Crétaeé à *Schloenbachia inflata* du Mouni, dont les fossiles furent étudiés par Ladislas Szajnocha, de l'Université de Craeovie.

Le 23 juin 1874, un Enseigne de vaisseau auxiliaire, Pierre Savorgnan de Brazza, sollicite une subvention du Ministre de la Marine, pour aller reeonnaître les sourees de l'Ogooué. Le Ministre lui donna 10.000 franes (-or) et des armes. Cet insueeès administratif ne surprit, ni ne déeouragea le jeune officier qui paya les dépenses de son expédition de ses derniers deniers, mais il réussit à pénétrer dans la vallée de l'Alima, dans le Bassin du Congo.

Dans l'Okandé, il avait renconiré Oskar Lenz.

Ayant épuisé la totalité de ses ressources, Pierre Savorgnan de Brazza rentre en Franee en 1878. Il y apprit deux choses : qu'il y avait une Exposition Universelle á Paris (oú figura une Ammonite de Libreville) et que Stanley était en train de traverser l'Afrique.

Aprés des mois de démarehes et d'explieations, le Ministre lui aeeordait 100.000 franes et le chargeait de mission. Il put enfin repartir en décembre 1879, fonda Franeeville en juin 1880, signa un traité avec le Makoko des Batéké (qui eédait son territoire à la Franee) et arrivait sur les bords du Congo le 2 oetobre 1880. En ee point, il ins-

Source : MNHN, Paris

talla le Sergent MALAMINE et deux laptots ; ils allaient protéger tout seuls ce territoire contre les entreprises de STANLEY qui atteignit le Pool à son tour en juillet 1881. C'est ce lieu qui fut nommé Brazzaville par la Société de Géographie de Paris, en hommage au grand explorateur qui venait de donner à la France le Congo et le Gabon.

Dans le même temps, le Dr PECHUEL-LOESCHE, Professeur à l'Université d'Iéna, remontait le Congo jusqu'au Pool (le Stanley-Pool), en fixait les zones géologiques et les étendait à la zone du Kouilou et du Niari, qu'il décrivit de 1877 à 1886.

En 1883, Pierre SAVORGNAN DE BRAZZA avait amené son frère Jacques, qui recueillit une collection d'échantillons géologiques, les envoya au Muséum, et commença une carte qui fut interrompue par sa mort.

CHOLET et THOLLON font des observations dans le Niari et THOLLON en particulier est bien connu des minéralogistes pour avoir envoyé en France de beaux échantillons de Dioptase provenant des mines de Cuivre de Mindouli, signalées par SAVORGNAN DE BRAZZA, et exploitées par les indigènes depuis longtemps.

En 1884-85, le Commandant ZBOINSKY reprend les observations de PECHUEL-LOESCHE et E. DUPONT, Directeur du Muséum de Bruxelles relève la coupe géologique jusqu'au confluent du Congo et du Kasaï.

En 1887, Stanislas MEUNIER décrit une grande Natice du Crétacé de Libreville.

C'est le temps des grandes négociations sur le partage de l'Afrique. Le Président Félix FAURE négocia et une Conférence se réunit à Berlin en novembre 1884. Un accord fut signé par 14 puissances, le 26 février 1885. La Mission de délimitation de ROUVIER et du Dr BALLAY reconnut l'Oubangui, où A. DOLISIE avait fondé le poste de Domino (Nkoundja). Le Roi de Belgique cependant ne reconnaissait pas la frontière, soutenant que l'Oubangui n'étant ni l'Ouellé, ni la Mbomou, le Congo belge devait s'étendre jusqu'au Bahr el Ghazal. Le Capitaine MONTEIL s'en fut sur place régler l'affaire, qui se termina à l'amiable sur la ligne de la Mbomou en 1894. La même année 1894, la Convention de Berlin établit les limites des territoires français du Congo et du Gabon.

En 1890, Paul CRAMPEL avait lancé la formule célèbre : réunion sur les bords du Tchad de nos possessions d'Afrique du Nord, du Soudan et du Congo. Il quitta la France pour Brazzaville, d'où partit sa mission. Il reconnut le cours inférieur du Kouango, atteignit Cha et fut assassiné sur les ordres du Sultan Senoussi. Son compagnon BISCARRAT et le second échelon de la mission furent également assassinés quelques jours plus tard. DYBOWSKI, venu en renfort, recueillit les survivants. Il continua en avant avec NEBOUT, BRUNACHE, DE BEHAGLE, BONNEL DE MEZIÈRES et CLOZEL, réussissant à atteindre la Bénoué.

En 1893, KOSSMAT public le Crétacé du Gabon.

En 1894, l'Ingénieur Maurice BARRAT est chargé par le Gouvernement de reconnaître les richesses minérales éventuelles de la nou-

Source : MNHN, Paris

velle colonie. Il s'attache à la zone Nord, entre la côte et Franceville, avec retour par la vallée du Niari.

Il publie en 1895 un mémoire et une carte aux *Annales des Mines*, qui sont maintenant dépassés au point de vue géologique, mais qui apportent des renseignements sur toutes les ressources minières éventuelles : pétrole du bassin de l'Ogooué, sources salées, calcaire, gypse, quartzites à magnétite de l'Okanda, manganèse, cuivre, plomb et zinc du Kouilou-Niari. A. LACROIX et A. LE CHATELIER s'intéressent vivement aux dioptases, ainsi que JANNETTAZ.

En 1897, l'Administrateur Emile GENTIL réussit à occuper l'Oubangui, à signer un traité avec le Sultan du Baguirmi, puis il descendit le Chari et arriva au Tchad, le 1er novembre 1897.

Le Gouvernement français pense à réaliser le rêve de CRAMPEL. C'est d'abord une Mission Congo-Nil, sous la direction du Capitaine MARCHAND, joignant Brazzaville à Djibouti, après l'épopée que l'on sait et un petit arrêt à Fachoda, en septembre 1898.

Cette expédition mémorable consacrait les droits de la France sur le bassin du Tchad (convention du 14 juin 1898) alors que l'Angleterre avait tout d'abord proposé aux Allemands de s'étendre du Cameroun au Nil. La frontière du Cameroun fut reconnue d'accord avec l'Allemagne en 1908, puis modifiée (à notre détriment bien entendu) en 1911, après l'incident d'Agadir.

L'ensemble sera provisoirement réglé bien plus tard par l'article 119 du Traité de Versailles.

Enfin, trois missions convergentes prirent le départ : la Mission FOUREAU-LAMY partant d'Afrique du Nord, la Mission VOULET-CHANOINE partant de l'Ouest et celle d'Emile GENTIL venant du Sud. Les 3 colonnes se réunirent le 23 avril 1900.

L'Afrique française avait réalisé son unité de fait. La délimitation des frontières intérieures, entre l'A.O.F. et l'A.E.F. ne sera déterminée qu'en 1929.

Ce sont les richesses minières qui vont provoquer les recherches. Entre 1907 et 1912, des Ingénieurs, D. LEVAT et J. Marc BEL publient le résultat de leurs études sur le bassin cuprifère du Kouilou-Niari. En Belgique, M. BRIEN en fait autant. H. ARSANDAUX s'y intéresse également.

De 1912 à 1914, l'Administration envoie la Mission PÉRIQUET étudier l'itinéraire possible d'une voie ferrée dans le Nord du Gabon, en même temps que seront délimités les territoires de l'A.E.F. et du Cameroun.

En 1913, l'Administrateur Erasme LOIR, dresse une Carte géologique de l'A.E.F., au 5.000.000e d'après les documents publiés.

En 1913-14, deux géologues belges, F. DELHAYE et M. SLUYS, étudient le bassin cuprifère. Ils y reconnaissent, dans le bassin du Niari, l'existence de deux systèmes, l'un gréseux au sommet, l'autre calcareux à la base, avec un conglomérat à caractère de tillite baptisé « du Niari et du Bangu ». Les définitions sont données dans une Note à

Source : MNHN, Paris

l'Académie des Sciences (Paris) le 27 août 1917. On croyait alors que c'était du Karroo, de ce Karroo qui deviendra le cauchemar de l'A.E.F... Des Notes postérieures parues en 1919-20-21-22 dans les Annales de la Société Géologique de Belgique permettent à F. DELHAYE et M. SLUYS de développer leurs idées qui sont à la base des études postérieures et restent trop souvent ignorées. Nous en donnerons donc les références exactes à la fin de ce chapitre.

Croquis géologique du Congo occidental

(réduction d'une carte originale au 2.000.000e).

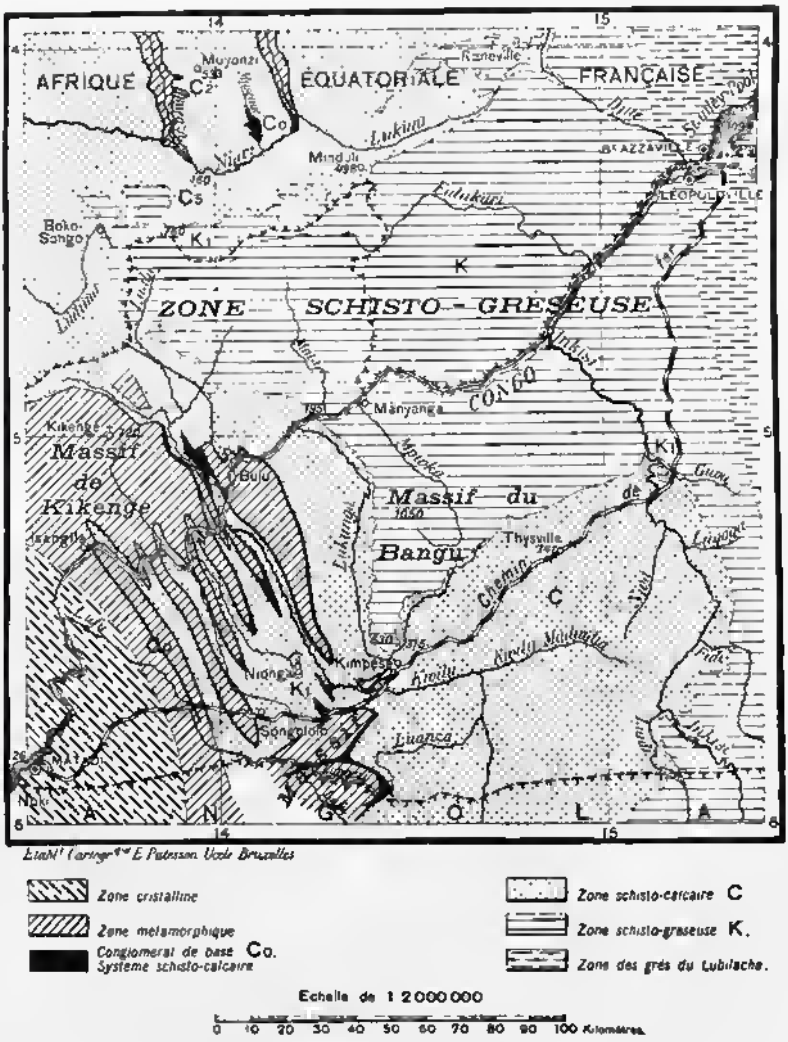


FIG. 15. — Carte géologique du Bas Congo
(F. DELHAYE et J. SLUYS, *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 1919-20).

Source : MNHN, Paris

1925-1945. V. BABET.

En 1925, le Gouverneur général ANTONETTI décida de faire construire le chemin de fer Congo-Océan dont on parlait depuis longtemps. Organisant une « mission géologique permanente », il chargea V. BABET de l'étude géologique de la zone du futur chemin de fer et du bassin minier. Ce travail fit d'un premier Mémoire important de V. BABET publié en 1929. On y trouvait déjà une étude des terrains anciens du Mayombe, de la tillite, du Schisto-calcaire et du Schisto-gréseux.

L'intérêt va se reporter brusquement sur l'Oubangui où le premier diamant a été découvert en 1913, par L. BRUSTIER aux environs d'Ippy.

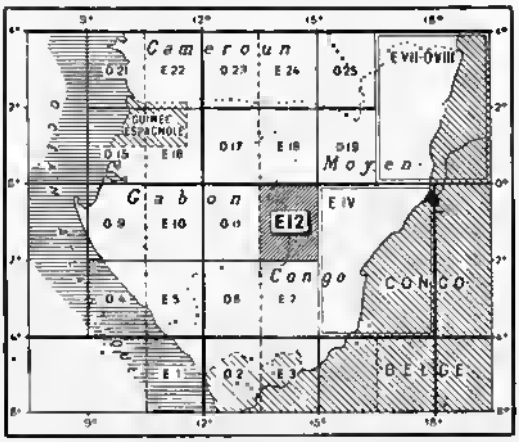


FIG. 16. — Tableau d'assemblage de la Carte géologique au 500.000e (Congo et Gabon) en cours de parution.

Les géologues belges prospectent activement la région : L. BRUSTIER étudie le Kouango français en 1923, puis DELHAYE et POLINARD la région de Bria, Ippy et Ndélé. G. BORGNIEZ, dans l'Oubangui occidental, travaille de 1931 à 1935 ; il fait toutes réserves sur l'âge Karroo attribué aux grès de Ouadda et Carnot et remarque que l'Oubangui a du être capturé par le Congo aux environs de Fort-Possel. Une dépression et une large nappe d'alluvions marquent son ancien cours vers le Tchad au NE de Fort-Possel. J. LOMBARD, Chef du Service des Mines de l'A.E.F. y fait des observations, ainsi que V. KORABLEFF qui présente une Thèse en 1940 sur la géologie de l'ensemble de l'Oubangui. En 1939, V. BABET avait étudié les roches du soubassement entre Bangui et le Cameroun complétant ainsi ses travaux de 1934-35 sur les terrains sédimentaires du bassin de la Sangha (Congo et Oubangui).

Revenons au Congo et au Gabon.

Source : MNHN, Paris

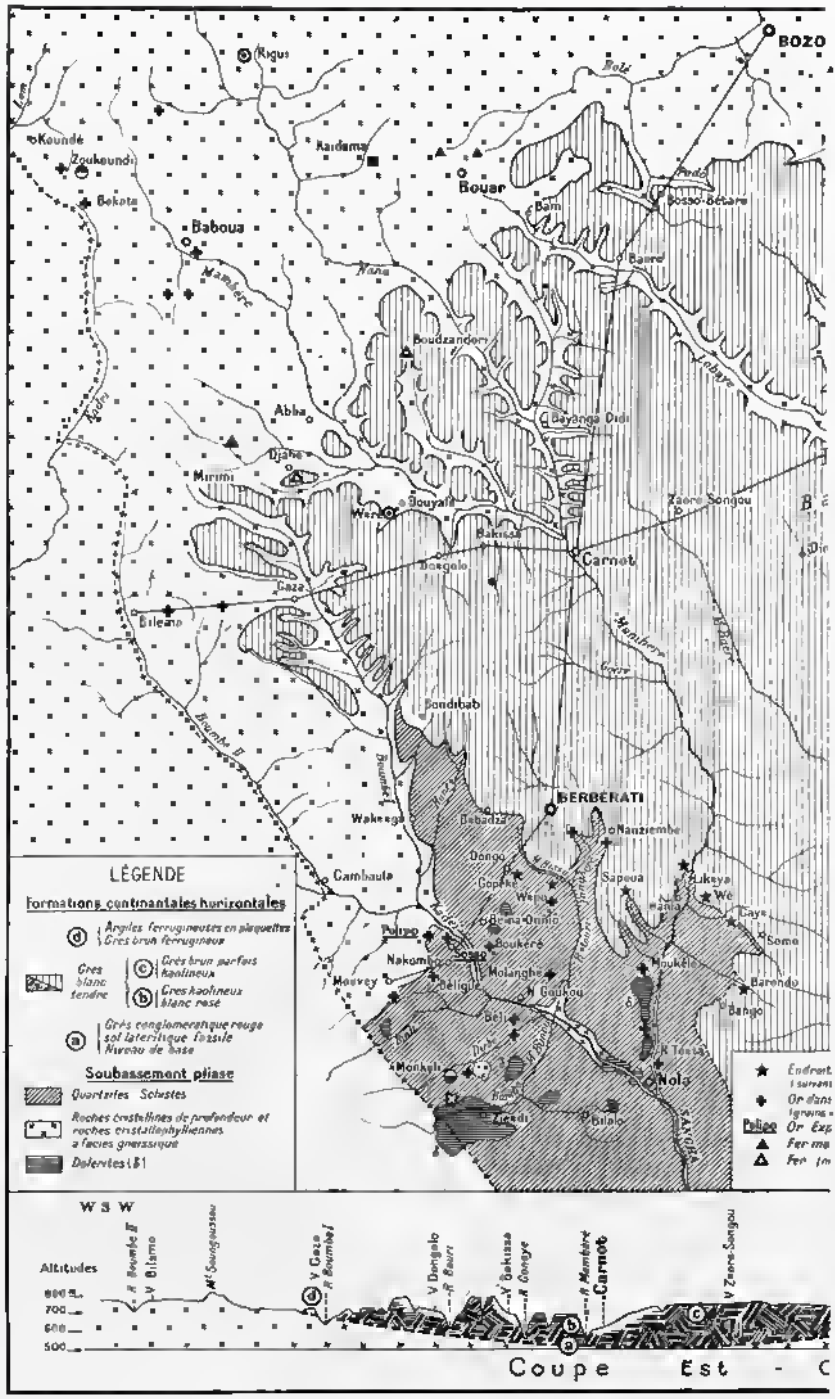
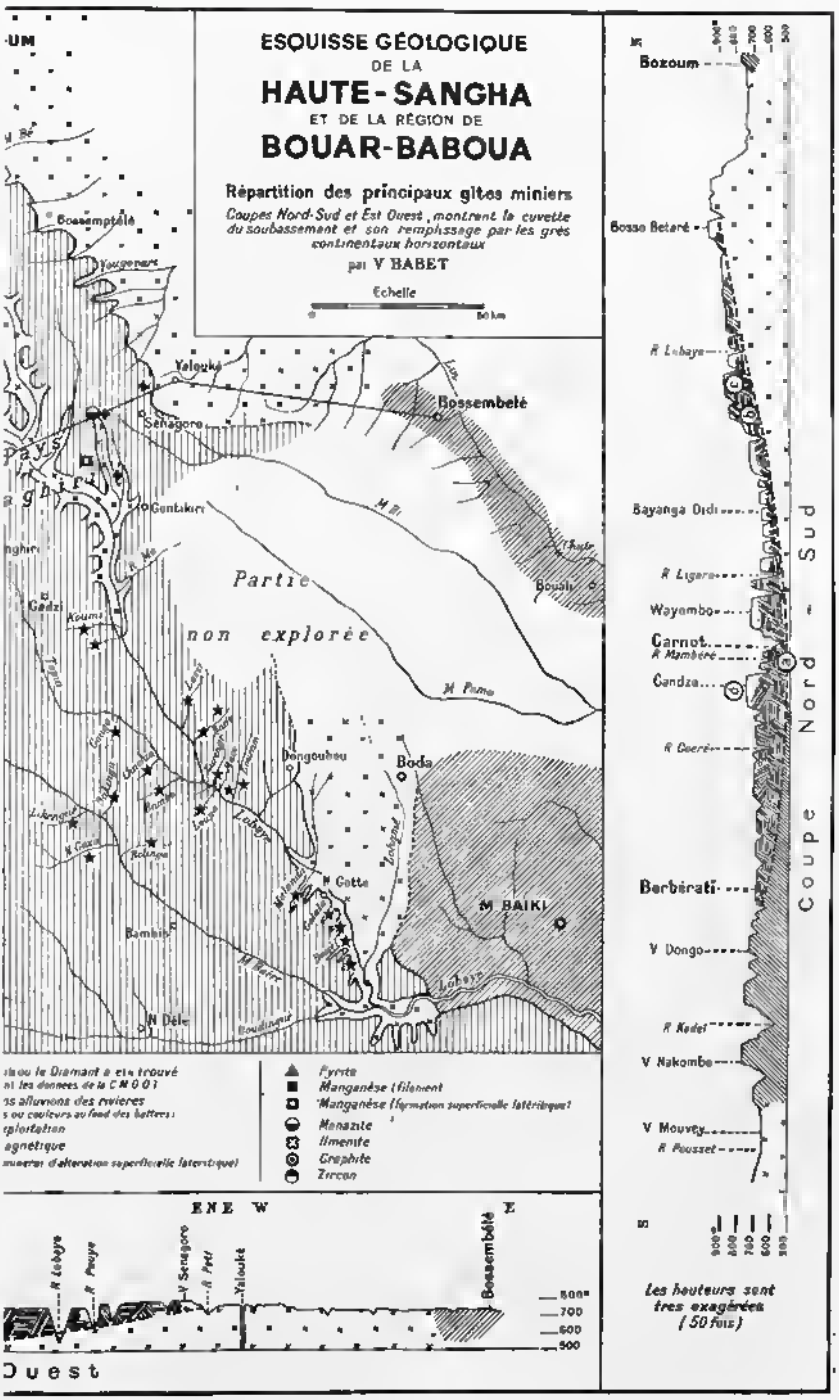


FIG. 17. — Les confins du Congo

Source : MNHN, Paris



et de l'Oubangui (V. Babet, 1935).

Source : MNHN, Paris

De 1928 à 1931, une série de Missions géologiques et minières viennent étudier le Congo et le Gabon. Les géologues suisses s'intéressent à leur tour au bassin cuprifère et on trouve les publications de A. Amstutz, L. Duparc, M. Gysin et H. Lagotala.

R. Furon et ses Collaborateurs, V. Pérébaskine et B. Brajnikov dressent la carte géologique de la zone inconnue située au Nord de la Nyanga, entre l'Océan et la N'Gounié, découvrant l'existence d'un long synclinal constitué par la tillite de base, le Schisto-calcaire et le Schisto-gréseux. Au Sud de la Nyanga, la Mission Laserge, avec A. Katchevsky et T. P. Ghitulesco, fait la liaison avec le bassin du Niari. V. Babet continue ses études dans le Mayombe congolais et dans le bassin du Kouilou-Niari. Il découvre des Algues dans le « Schisto-calcaire », indique un épisode continental antérieur à la tillite (il découvre même une seconde tillite, mais ne la publie pas). Les derniers dépôts, les grès des plateaux batékés et les grès de la Sangha sont comparés à des formations du Congo belge. Cet énorme travail fait l'objet de sa Thèse, en 1932.

Comme nous l'avons dit précédemment, V. Babet étend son activité à l'Oubangui et assure la liaison avec le Cameroun.

C'est en 1935, nous l'avons dit, que R. Furon attire l'attention de V. Babet sur les rapports entre les formations du Congo et de l'Oubangui avec le Continental intercalaire de l'Ouest africain. Les deux publient une note à l'Académie des Sciences, pour préciser cette stratigraphie post-hercynienne. G. Borgniez fut assez du même avis quelques mois plus tard, mais Babet en revint à sa première position pour assurer ses raccords avec le Congo belge.

A la même époque, J. Lombard publia plusieurs notes dont une sur la faune crétacée que V. Lebedeff et lui-même avaient recueillie.

En 1933 et 1934, B. Choubert étudie le Nord du Gabon, faisant la liaison entre la Guinée espagnole et le Congo, par le Haut-Ogooué et la région de Franceville. Ses travaux font l'objet d'une Thèse soutenue en 1937, portant surtout sur le Précambrien et attirant l'attention sur la nature singulière des séries de Franceville et Lastoursville.

Parallèlement, les recherches de pétrole poursuivies depuis 1931, sur la zone côtière (Ogooué et Pointe-Noire) permirent à C. Arambourg et D. Schneegans de déterminer des Poissons aptiens et à V. Hourcq de définir une série complète, laguno-lacustre, à la base (Crétacé inférieur), puis marine depuis l'Albien et même l'Aptien jusqu'au Sénonien supérieur.

V. Babet continua ses travaux jusqu'à sa mort survenue en A.E.F. en 1941 et l'on ne saurait trop rendre hommage à son œuvre patiente et précise qui a dominé toute cette période et à laquelle on retourne du fait de la sûreté des observations.

Pendant la guerre de 1939-45, P. Legoux indiqua la découverte de Stromatolithes dans le Schisto-calcaire du Congo par un géologue germano-anglais, accueilli temporairement au Service des Mines. Ces organismes avaient déjà été vus et figurés par Babet, mais leur interprétation avait échappé.

Source : MNHN, Paris

Depuis 1945.

Après la guerre, un Service géologique fut créé à Brazzaville et son Chef en fut M. NICKLÈS, géologue déjà connu par ses travaux en Afrique occidentale. Son premier travail fut de dresser une maquette de la géologie de l'A.E.F. pour la préparation de la Feuille 5 de la Carte géologique internationale de l'Afrique (qui parut en 1951). Il y joignit une courte Notice qui fut présentée au Congrès de Londres en 1948, et qui parut également accompagnée d'une carte dans l'Encyclopédie maritime et coloniale (1950).

Le Service s'organisait. Des géologues arrivaient qui se partageaient le terrain : G. et J. GÉRARD en Oubangui, J. P. DEVIGNE au Gabon, dont les publications ont apporté des précisions importantes. En outre, on doit à A. OBERMÜLLER des itinéraires et à M. NICKLÈS une belle étude des dépôts marins quaternaires de la presqu'île de Port-Gentil, dont les sondages ont fourni 117 espèces de Mollusques (1952).

Dans le Précambrien, L. BAUD a défini un Système Bouenzien, à partir des séries de Lastoursville, Franceville et des grès feldspathiques de Leboulou-Sibiti. Ce serait du Précambrien tout-à-fait supérieur ; c'est là que se trouvent des dépôts de manganèse dont il a commencé la prospection.

Sur la côte, les travaux de recherche de pétrole ont permis à V. HOURCQ de compléter l'étude du Crétacé marin.

Enfin, en 1952, M. NICKLÈS et V. HOURCQ mettent toutes ces connaissances à jour dans la Notice explicative qui accompagne la Carte géologique de l'A.E.F. et du Cameroun au 2.000.000e.

Sous la direction de G. GÉRARD, une trentaine de géologues poursuivent les recherches sur l'ensemble du territoire. Le Tibesti lui-même, soupçonné de recéler des richesses minières, va recevoir une mission comportant dix géologues, pendant l'hiver 1954-55.

Géologie appliquée.

LE CUIVRE.

La première indication semble être celle de A. DES CLOIZEAUX qui indique *en 1874*, l'existence de petits cristaux de dioptase et de blocs de malachite, rapportés au Havre en provenance de Libreville (Traité de Minéralogie, tome 2, 1874, p. 21).

Ensuite le 23 juin 1882, Pierre SAVORGNAN DE BRAZZA indique l'existence des gites de Cuivre et de Plomb du bassin du Niari, dans une Conférence à la Société de Géographie de Paris.

En 1888, E. DUPONT, Directeur du Muséum de Bruxelles, s'en fut visiter le centre minier de Boko-Songo, exploité par les indigènes depuis fort longtemps. La même année, POBÉGUIN et le Capitaine PLEIGNEUR s'y trouvaient.

Source : MNHN, Paris

Parmi les nombreux agents de la Colonie qui circulaient entre Loango et Brazzaville, CHOLET et THOLLON sont bien connus des minéralogistes. CHOLET a donné au Muséum une collection d'échantillons, puis il est mort avant d'avoir écrit le catalogue. Par chance, M. BARRAT put retrouver une carte manuscrite sur laquelle CHOLET avait porté les numéros correspondant à ses échantillons et la collection devint utilisable.

THOLLON, de son côté, découvrit les beaux cristaux de dioptase de Mindouli. Il les envoya au Muséum où ils furent décrits par E. JANNETTAZ dans le *Bulletin de la Société de Minéralogie* de 1890 (t. 13, p. 159). Au cours d'un second voyage, il en envoya une collection plus importante. Elle fit l'objet de deux Notes à l'Académie, l'une de A. LACROIX, le 7 juin 1892, l'autre d'A. LE CHATELIER le 24 avril 1893.

En 1894, des prospections sont entreprises dans le bassin du Niari, par le Capitaine LAMY et le Dr ALVERNHE, qui dressent une carte de la région comprise entre le Cabinda et Comba, signalent de nombreux gîtes miniers. Maurice BERTRAND publie dans la *Revue générale des Sciences* une étude sur la géologie et les mines du bassin du Niari, d'après tous ces renseignements.

La même année, l'Ingénieur des Mines Maurice BARRAT est chargé de l'inventaire des ressources minières du Congo et du Gabon. Il ne vient pas dans cette région et ne la décrit que d'après les études de J. CHOLET et de THOLLON. L'ensemble est maintenant assez bien connu. En 1900, A. LE CHATELIER donne à nouveau une vue d'ensemble sur le bassin minier, qui permet de grands espoirs. Déjà, un certain nombre de tonnes de minerai ont été envoyées en France, par la Compagnie Hollandaise, mais le transport à la côte doit être fait à tête d'homme, ce qui est absolument ruineux.

En 1904, l'Administration donna la concession du gisement de Mindouli, mais obligea la « Compagnie Minière du Congo français » à construire un chemin de fer à voie étroite de Mindouli à Brazzaville (163 kilomètres). L'importance du gisement permettait cette construction coûteuse, mais nécessaire pour amener le minerai au fleuve.

L'ensemble du bassin va être prospecté par les Français et les Belges. En 1906, J. Marc BEL explore le bassin et étudie le nouveau projet d'une voie ferrée de Brazzaville à l'Océan. Il publie ses travaux en 1908. En 1906 également, D. LEVAT est allé étudier la même région, s'attardant davantage dans le Djoué. La découverte du gisement de Renéville fait même l'objet d'un échange de lettres entre les deux ingénieurs.

La mine de Mindouli commence son exploitation en 1909. Le chemin de fer à voie étroite est terminé en 1911 et 1.000 tonnes de minerai sont envoyées en France (de la chalcosine en blocs). Mais la guerre survint et d'autre part, le matériel de mine et le minerai devaient emprunter le chemin de fer du Congo belge de Matadi à Kinchassa, ce qui provoquait des embouteillages et des retards.

Des géologues belges, DELHAYE et SLUYS en particulier, étudient à nouveau le bassin en 1914. Les permis d'exploitation couvrent main-

Source : MNHN, Paris

tenant toute la région. Les trois Compagnies minières se groupent en 1928 et le Consortium Minier Congo-Niari gère les intérêts communs.

En 1928, on extrait 3.000 tonnes de minerai et autant en 1929, puis près de 10.000 en 1930. Mais la crise économique survenant, l'exploitation est abandonnée en 1931, à la suite de la visite de T. S. Carnahan, Ingénieur Conseil de l'Union Minière du Haut-Katanga.

Il faudra attendre plus de vingt ans pour que le seul gisement de Cuivre de la France d'Outremer soit prospecté définitivement sous l'influence conjuguée du Bureau Minier et des Américains. Les recherches sont menées depuis 1951 par le Bureau Minier et par des sociétés franco-américaines. La prospection a coûté 500 millions et elle a montré que certains gîtes sont exploitables. La production doit être de 30.000 tonnes de concentrés à 22 % de Cuivre, par an. La réalisation du projet demande un investissement préliminaire de 1 milliard et demi de frs métropolitains.

Le Diamant.

Comme nous l'avons dit, le premier diamant fut découvert en 1914 (et même avant) par L. Brustier, dans la région d'Ippy, en Oubangui.

Ce n'est toutefois qu'en 1927 que la Cie Equatoriale de Mines entreprit des travaux de recherches dans la région de Bria, suivie par la Cie Minière de l'Oubangui oriental en 1936, au Nord de Nola. En 1935, E. Polinard publie à Bruxelles un volume important sur cette zone.

En 1937, la production était de l'ordre de 6.000 carats.

De 1945 à 1948, la prospection s'étendit à toute l'A.E.F. et donna des résultats appréciables.

Les gisements de l'Oubangui occidental produisent 80 % des diamants de l'A.E.F., provenant des grés de Berbérati (de la Mambéré et de la Lobaye). L'Oubangui oriental, le Gabon et le Congo n'en sont qu'à leurs débuts, mais la production atteignait 150.000 carats en 1952.

L'E.C.A. a prêté 900 millions de francs aux Sociétés françaises pour financer leur outillage ; le crédit est remboursable en diamants livrés à l'Amérique. La crise de la main-d'œuvre et la fréquence des vols sont les plus sérieux obstacles à un meilleur rendement des exploitations.

L'Or.

L'Or ne fut découvert en A.E.F. qu'en 1928 seulement.

On exploita successivement les alluvions de Roandji et Poulobou (1931), des environs de Berbérati (1932), de Mimongo (1937), de N'Djolé (1938). Pendant la guerre, l'A.E.F. produisit 15 tonnes d'or.

Depuis la guerre, les conditions économiques défavorables ont fait baisser la production à 1.500 kg par an.

Source : MNHN, Paris

Le Manganèse.

C'est à Maurice Barrat (1895) que l'on doit la première indication des schistes et phtanites de Franceville et Lastoursville, ainsi que de « *limonite manganésifère* ».

En 1937, B. Choubert visite la région et indique à la partie supérieure de la « série de Franceville » : des psammites feldspathiques à concrétions de manganèse et des roches vacuolaires noires, manganésifères.

En 1948, L. Baud précise la position de ces couches de Franceville et de Lastoursville et les inclut dans son « Système Bouenzien ».

Les indices de manganèse de la région de Franceville furent alors étudiés du fait des besoins pressants de l'industrie américaine. Une filiale de l'*U. S. Steel Cy* envoya un géologue sur place, lequel conclut à l'opportunité d'une véritable prospection.

Une Mission organisée par l'*Oliver Iron and Mining Cy* et le Bureau Minier de la France d'Outre-mer se rendit sur place en 1951 et délimita les zones les plus riches, qui furent revues l'année suivante par une seconde mission du Bureau Minier.

Le gisement couvre une surface de 300 km² au NW de Franceville. Il est constitué par une puissante couche éluvionnaire de minerai manganésifère à 50 %. Plusieurs millions de tonnes sont immédiatement exploitables, à ciel ouvert, mais le gisement est à 400 km de la côte, ce qui nécessitera la construction d'une voie ferrée.

Une société franco-américaine (la Compagnie minière de l'Ogooué) a été constituée en 1953 et on estime que la production annuelle pourra se tenir aux environs de 300.000 tonnes.

Le Plomb et le Zinc.

La présence de Plomb et de Zinc dans le bassin du Niari était connue lorsqu'en 1933 le gîte de M'Fouati fut mis en évidence. J. A. Bancroft prospecta à nouveau la région, puis des Sociétés franco-américaines se constituèrent pour exploiter.

Il s'agit d'amas de carbonates et de silicate de Plomb et de zinc au milieu des calcaires. La production de minerai de plomb (concentré à 52 %) atteint 5.000 tonnes par an et celle de minerai de zinc est plus faible, liée aux possibilités du marché.

Il existe un autre gisement, sulfuré, à Hapilo (à 5 km de M'Fouati).

La production minière de l'A.E.F., en 1953.

Or (Gabon : 1255,7 kg ; Moyen Congo : 396,3) ; Oubangui : 33,2	1.685,2	kg
Diamants (Gabon : 7.052,9 carats ; Moyen Congo : 1.133 ; Oubangui-Chari : 131.958)	140.144	carats
Minerai de Plomb du Moyen Congo	9.021	tonnes
Cotumbo-Tantalite du Niari (Moyen Congo)	1.594	kg

Source : MNHN, Paris

BIBLIOGRAPHIE.

DELHAYE (F.), SLUYS (M.). — La formation du Karroo dans le Congo occidental. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1917, t. 165, pp. 314-316.

DELHAYE (F.), SLUYS (M.). — Les grands traits de la tectonique du Congo occidental. Structure et stratigraphie du bassin schisto-calcareux. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, Liége, 1919-20, t. 43, pp. C. 57-73, 1921-22, t. 45, pp. C. 22-23, carte géol. au 200.000e.

DELHAYE (F.), SLUYS (M.). — La région métallifère du Niari et du Djoué (A.E.F.). Observations faites en 1914. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 1921-22, t. 45, pp. C. 45-73.

BABET (V.). — Étude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Océan et de la région minière du Niari et du Djoué. 1929. — Observations géologiques dans la partie méridionale de l'Afrique équatoriale française. 1932 (Thèse).

FURON (R.). — Contribution à l'étude géologique du Gabon. *Revue Géogr. Phys. et Géol. dyna*m., 1930, v. 3, pp. 363-373, avec 1 carte en collaboration avec V. PEREBASKINE et B. BRAJNIKOV.

HOURCQ (V.). — Les terrains sédimentaires de la région côtière de l'Afrique équatoriale française. *Bull. Serv. Mines A.E.F.*, 1943, n° 1, pp. 65-93.

CHOUBERT (G.). — Etude géologique des terrains anciens du Gabon. Thèse, 1937.

NICKLÈS (M.). — Mollusques du Quaternaire marin de Port-Gentil (Gabon). *Bull. Dir. Mines A.E.F.*, 1952, n° 5, pp. 73-101.

Source : MNHN, Paris

C. CAMEROUN.

A la suite de la guerre de 1914-18, le Cameroun fut partagé entre la France et l'Angleterre.

La zone française, le Cameroun oriental, avait été étudiée par les géologues allemands dont les publications fondamentales sont signées de PASSARGE et de STROMER VON REICHENBACH en 1895-96, puis de ESCH (1900-4), OPPENHEIM (1903), GUILLEMAIN (1908-10), HASSERT (1909-12).

Une carte géologique au 6.000.000e parut en 1909.

De 1920 à 1940, le Service des Mines dirigé par M. HAUGOU publia deux cartes au 1.500.000e, l'une en 1932 et l'autre en 1935. Il n'y eut

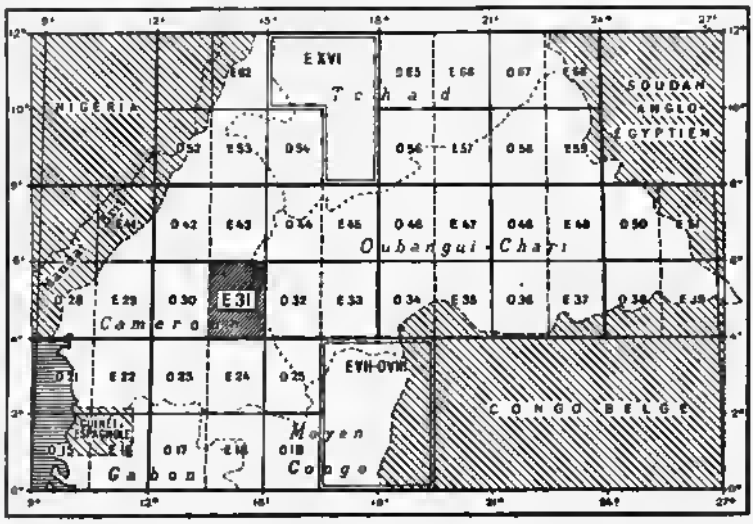


FIG. 18. — Tableau d'assemblage de la Carte géologique au 500.000e de l'Oubangui et du Cameroun, en cours de parution.

pas de recherches géologiques à proprement parler, ainsi qu'en témoigne la conférence de J. DEMAY, en 1932, sur la géologie de l'A.E.F. et du Cameroun. Toutefois, les géologues allemands continuèrent à publier, en tout particulier L. RIEDEL sur les faunes crétacées de la Côte, puis E. KRENKEL dans sa « Géologie des Colonies allemandes » parue en *1939* (272 pages, 6 pl., 65 fig.).

Une mission française fut envoyée au Cameroun de mai à août 1939, conjointement par le Muséum National d'Histoire Naturelle et le British Museum, mais elle travailla surtout au Cameroun britannique puisque son but essentiel était d'étudier le volcan du Mt Cameroun.

B. GÈZE, le géologue de la mission fit de très bonnes observations sur le Mt Cameroun et les étendit à la zone volcanique française, mon-

Source : MNHN, Paris

trant l'importance de ce grand fossé tectonique qui s'allongeait du SW au NE. Son Mémoire parut en 1943, accompagné d'une excellente carte et d'une étude pétrographique de Mme Jeremine.

La Carte géologique de l'A.E.F. de P. Legoux (1943) ne s'étend pas au Cameroun.

Après la guerre de 1939-45, les Services furent complètement réorganisés et des levés systématiques ont été entrepris.

Dans le Cameroun central, A. et J. A. Sarcia, A. Boyer, M. Chaput, H. Michel distinguent des gneiss inférieurs à biotite, des gneiss supérieurs à 2 micas, des micaschistes inférieurs grenatifères, des micaschistes supérieurs aurifères, des batholithes granitiques et des granites jeunes. Les mêmes séries se retrouvent partout et on n'est plus très loin de pouvoir raccorder l'A.E.F. et l'A.O.F., dès que l'on connaîtra mieux le Précambrien de la Nigeria britannique.

P. Koch, J. Gazel et autres participent à la publication de la carte au 500.000e. E. Bruet publie un itinéraire (1951), Ed. Roch étudie le fossé de la M'Béré et toute la zone située en bordure du bassin du Tchad, y faisant les importantes découvertes qui ont été exposées au chapitre du Tchad. Ce fossé de la M'Béré est long de 100 km, large de 20 et se manifeste par une dénivellation de 600 mètres.

M. Nicklès situe les lignites de Dschang quelque part vers l'Eocène.

J. et J. A. Sarcia étudient le volcanisme de l'Adamaoua, puis les gisements de Tungstène, de Bismuth et de Molybdénite (en collaboration avec J. Geffroy). J. Gazel publie la notice géologique concernant le Cameroun dans l'Encyclopédie maritime et coloniale.

Enfin, en 1952, M. Nicklès publie une mise au point complète dans la Notice de la Carte géologique de l'A.E.F. et du Cameroun au 2.000.000e ; puis une dizaine de géologues, dirigés par J. Gazel poursuivent les recherches et la publication de la carte au 500.000e dont la première feuille est parue en 1953.

La géologie actuelle a été enrichie d'un précieux mémoire de H. Jacques-Félix sur la géographie des dénudations et les dégradations du sol au Cameroun, publié par la Direction de l'Agriculture du Ministère de la France d'Outre-Mer (1950).

Il existe une petite production minière au Cameroun. Les chiffres de 1953 donnent : Or : 32 kg ; Cassitérite : 125 tonnes et Rutile : 53 tonnes.

BIBLIOGRAPHIE.

Gèze (B.). — Géographie physique et géologie du Cameroun occidental. *Mém. Mus. nat. Hist. Nat.*, 1943, (n. S.), t. 17, 271 p., 1 carte en couleurs.

Krenkel (E.). — Geologie der deutschen Kolonien in Afrika. 1939, 1 vol., 272 p.

Source : MNHN, Paris

RIEDEL (L.). — Die Oberkreide von Mungofluss in Kamerun und ihre Fauna. *Beitr. Geol. Erf. Deutsch Schutzgebiet*, 1932, T. 6, 155 p., 33 planches.

NICKLÈS (M.), HOURCQ (V.). — Carte géologique de l'A.E.F. et du Cameroun, au 2.000.000e, avec Notice explicative, 1952.

ROCH (E.). — Itinéraires géologiques dans le Nord du Cameroun et le Sud-Ouest du Territoire du Tchad. Avec la collaboration de E. BOUREAU, Mlle FAURE-MURET, Mmes JEREMINE et DEFRETIN. — *Bull. Serv. Mines Cameroun*, n° 1, 1954.

SARCIA (J.), SARCIA (J. A.). — Volcanisme et tectonique dans le Nord-Est Adamaoua (Cameroun français). *Bull. volcanologique*, Naples, 1952, (2), t. 12, pp. 129-143, 2 pl.

Source : MNHN, Paris

VII. COTE DES SOMALIS.

L'accés de la côte fut acquis à la France en 1842 grâce à ROCHET D'HÉRICOURT qui signa un traité d'amitié avec Salhé SÉLASSIÉ, roi du Choa. Le mouillage d'Obock fut cédé le 11 mars 1862 par les chefs Danakil ; l'explorateur français Paul SOLEILLET y fonda un comptoir. Le 18 juin 1884, un décret consacra la prise de possession d'Obock et de l'arrière-pays, puis une série de traités nous assure la possession de ce qui devint la Côte française des Somalis, dont les frontières furent précisées par le traité franco-abyssin du 20 mars 1897. C'est un pays de 23.000 km², dont le point culminant se trouve dans les Monts Gouda, à 1.654 mètres.

Le renseignement le plus ancien sur la géologie est celui de C. ROCHET D'HÉRICOURT, qui signale en 1846, à la Société Géologique de France, l'existence de basaltes, de rhyolithes et d'obsidiennes entre Tadjourah et le Lac Assal.

En 1883, DENYS DE RIVOIRE, dans un volume intitulé « Obock, Mascote, Bouchir, Bassorah », dit avoir reçu d'Obock des morceaux d'anthracite brûlant très mal. La même année, le *Bulletin de la Société de Géographie commerciale* contient une mention, signée H. DAVID : « L'Amiral SALMON en 1864 et le Commandant DELAGRANCE ont signalé des affleurements de houille » (page 215). C'est exactement le 15 février 1865 que l'Amiral SALMON, guidé par un indigène avait reconnu à 2 lieues de la côte un gisement de charbon de 1 m-1 m 50 d'épaisseur. Ces pierres noires brûlèrent difficilement. Le plus curieux est qu'elles aient pu avoir l'air de brûler, si peu que ce soit...

En 1886, l'auteur d'un « Rapport sur le Territoire d'Obockh et les intérêts français dans l'Afrique orientale », fait encore grand état du charbon signalé aux Iles Dahlac, en Côte des Somalis et en Ethiopie ; il en estime même le prix de revient. Des échantillons sont envoyés au Ministére par le Gouverneur d'Obock. Ils sont soumis à CHAPER qui les présente à la Société Géologique, montrant qu'il ne s'agit que d'obsidienne, du verre volcanique noir... (1888). La légende du charbon vivra encore longtemps.

En 1886, G. AUBRY donne la premiére description des formations madréporiques quaternaires de la plaine d'Obock et une étude du Lac Assal. Deux ans plus tard, c'est FAUROT qui décrit les dépôts quaternaires du golfe de Tadjourah et les sources thermales d'Obock.

En 1899, le nom de LACROIX apparait ici aussi, avec une note sur les rhyolithes à aegyrine et riébeckite de la Côte des Somalis, puis en 1901, L. HEUDEBERT publie ses souvenirs de voyages, très intéressants par ses descriptions précises d'un pays toujours fort peu connu.

Source : MNHN, Paris

La pétrographie sera traitée par H. Arsandaux dans son grand travail sur les roches alcalines de l'Est africain (1906), avec une introduction géologique concernant l'Abyssinie et la Somalie. Il distingue trois venues volcaniques successives : des rhyolithes, puis des labradorites et enfin des basaltes doléritiques en grandes nappes.

En 1921, paraît l'ouvrage essentiel de J. W. Gregory montrant bien la place du fossé de l'Afar dans la Rift Valley, le grand fossé d'Afrique orientale.

Le Lac Assal va faire l'objet d'une étude, chimique surtout, de M. Degoutin, montrant l'importance des venues d'eau de mer.

L'ensemble est repris dans *l'Abessomalien* de Krenkel (1926).

Pour la première fois, un géologue français est invité à étudier la Côte des Somalis, c'est M. Dreyfuss. Il sera rejoint par P. Lamare et P. Teilhard de Chardin en route pour l'Ethiopie. Tous trois publieront un Mémoire sur l'Ethiopie, la Somalie et l'Arabie, puis l'année suivante, en 1932, M. Dreyfuss soutient sa Thèse, donnant en particulier une description des formations fossilifères jurassiques, des grès d'Ali Sabieh et des dépôts plio-quaternaires.

En 1933, paraît la Carte géotogique de l'Afrique orientale par Stefanini puis en 1937, une mission d'Aubert de la Rüe apporte des documents complémentaires sur les zones encore inconnues ou peu connues. Lui-même étudie le volcanisme, reconnaissant une série basaltique ancienne, une série rhyolithique, une série basaltique récente, puis des éruptions subactuelles et des phénomènes actuels (fumerolles et sources thermales (1939). Une fort belle faune de Mollusques quaternaires marins est étudiée par R. Abrard.

Enfin, H. Besairie y fait des recherches hydrogéologiques après la guerre et publie une Monographie et une Carte géologique (1946).

BIBLIOGRAPHIE.

Besairie (H.). — Carte géotogique de la Côte française des Somalis et Notice explicative, 1946.

Aubert de la Rue (E.). — Le Volcanisme en Côte française des Somalis. *Bull. volcanologique, Naples,* 1939, (2), t. 5, pp. 71-108, 11 fig., 12 pl.

Abrard (R.). — Mollusques pléistocènes de la Côte française des Somalies. *Arch. Muséum Nat. Hist. Nat.*, 1942, (6), t. 18, pp. 1-105, pl.

Source : MNHN, Paris

VIII. MADAGASCAR ET DÉPENDANCES.

A. Madagascar. — Madagascar avant 1895 : Jean Laborde et Alfred Grandidier. Depuis 1895 : Alfred Lacroix, Henri Besairie. Géologie appliquée (Pierres précieuses, graphite, mica, minéraux radioactifs, charbon). Bibliographie.
B. Les Iles du détroit de Mozambique. — Comores, Europa, Glorieuses, Juan de Nova, Barren.
C. La Réunion.
D. L'Antarctide Française. — Kerguelen, Crozet et Prince Edouard, Saint-Paul et Amsterdam. Terre Adélie.

A. MADAGASCAR.

Madagascar avant 1895 : LABORDE et Alfred GRANDIDIER.

Madagascar eut toujours la réputation d'être un pays riche en pierres plus ou moins précieuses, de ce fait que les Arabes en exportaient du cristal de roche depuis le X^e^ siècle au moins.

Le deuxième Français qui débarqua dans l'île (dans la baie de Boina), le capitaine Jean Fonteneau, dit Alphonse le Saintongeois, déclare en 1547, qu'en cette île, il y a de la pierrerie ».

En 1602, un débarquement français a lieu sur la côte Sud-Ouest, dans la baie de Saint-Augustin, mais ce premier contact avec les Malgaches fut de courte durée. Ce n'est qu'en 1642 que fut créée la Compagnie française des Indes Orientales, qui eut alors besoin d'une escale à Madagascar. Le Cardinal de Richelieu envoya Jacques Prony « pour établir colonie et trafic en l'île Dauphine ». Le lieu choisi fut tout au Sud-Est de l'île. Le Gouverneur Etienne de Flacourt y fit construire un fort, Fort Dauphin, où se voit encore l'écusson royal et la date de 1648. En 1658, ce Gouverneur parlait un peu inconsidérément des richesses de l'île en cristal de roche, topazes, saphirs, rubis et émeraudes.

En cette même année 1658, le capitaine La Forest mouille en face de la pointe de Sainte-Marie « pour lester son navire de pierres de cristal qui se trouvent en amont », mais ayant voulu les obtenir trop vite, il fut assassiné sur place. En 1665, François Martin, le fondateur de Pondichéry, revint sur ces lieux, put visiter la carrière et emporter plusieurs centaines de kilogs de ce cristal de roche.

Source : MNHN, Paris

En 1668, la Compagnie française des Indes envoie un Inspecteur, De Faye, pour vérifier tous ces dires. Dans son rapport, celui-ci déclare « que la Compagnie a été trompée au sujet des pierreries... dont aux Indes on n'aurait pas donné un sol au millier ».

Un siècle plus tard, en 1769, le marquis de Bordave, Gouverneur de Fort-Dauphin, envoie en France un petit lot d'échantillons qui sont reconnus sans valeur.

En 1770, la Grande Ile reçoit la visite du Dr Philibert Commerson, un Botaniste, qui rapporte des plantes, des animaux divers (Lémuriens et Poissons) et nombre d'observations variées. A la même époque, l'abbé astronome Rochon herborise aussi et rapporte au Jardin du Roi un énorme cristal de quartz hyalin. En dehors de cela, on n'a toujours pas de renseignements sur la géologie de l'île.

Si la géologie et la minéralogie étaient aussi négligées, en apparence, c'est que le Gouvernement malgache, assez méfiant, avait interdit aux étrangers toute recherche minière. Une seule sanction prévue : la mise à mort du coupable.

A partir de 1800, les Anglais manifestent le désir de s'installer à Madagascar. Sir Farquhar, Gouverneur de Maurice (et même provisoirement de la Réunion) fait un voyage à Tananarive et se fait le champion de l' « indépendance malgache ». Il recueille au passage des roches cristallines et du graphite qui sont décrits par le géologue anglais Buckland en 1819.

Des missions évangéliques sont autorisées.

En 1821, Sowerby signale l'existence d'*Isocardia minima*, une espèce du Cornbrash, tandis qu'en 1838, un missionnaire anglais, Ellis, s'occupe activement du graphite, mais la reconnaissance n'avançait toujours pas.

En 1845, le Français Jean Laborde, découvre de l'or pour la première fois, dans la plaine de Manerinerina, dans l'Ouest malgache, au cours d'une chasse aux bœufs sauvages, en compagnie de la Reine Ranavalona, J. Laborde montra cet or à la Reine qui lui dit ces paroles de haute sagesse : « Rejetez-le à la rivière. Si les étrangers savaient qu'il y a de l'or ici, le pays ne m'appartiendrait pas longtemps ».

En 1834, un voyageur français, Goudot, recueille la moitié d'un œuf énorme qui servait de bol. Le dessin, en fut envoyé à Jules Verreaux, Ornithologiste parisien de passage au Cap, qui donna à l'Oiseau inconnu le nom d'*Aepyornis*, le « grand oiseau ». Le Gouverneur de Flacourt en avait déjà parlé dans son Histoire de la Grande Ile, parue en 1658. Un peu plus tard, Duramèle vit un œuf tout entier aux environs de Diégo-Suarez. « Il contenait, dit-il, treize bouteilles ».

En 1851, la curiosité des naturalistes parisiens fut grandement

(1) Jean Laborde, qui avait toute la confiance de la Reine, avait créé toute une cité industrielle, avec 3.000 ouvriers, comprenant une fabrique de fusils et de canons, une verrerie, une fabrique de porcelaine, un four à chaux, un haut-fourneau, une tannerie, des ateliers où l'on fit les premiers paratonnerres de l'île, etc (+ en 1878).

Source : MNHN, Paris

excitée par l'arrivée des grands œufs d'oiseaux géants qu'Isidore Geoffroy-Hilaire baptisa : *Aepyornis maximus*. On supposait l'Oiseau toujours vivant et on se proposait de le rechercher.

A la même époque, des rapports de la Marine française avaient laissé croire qu'il existait un bassin charbonnier à Nossi-Bé et dans le Nord-Ouest de Madagascar. Un nommé Darvoy eut l'imprudence de vouloir exploiter ce prétendu charbon en 1855. La Reine le sut et fit appliquer la loi ; elle envoya quelques hommes d'armes qui tuèrent Darvoy et un de ses deux compagnons, ramenant l'autre à Tananarive où Laborde put le racheter.

Les souverains suivants, Radama II, puis Ranavalona II, continuèrent à interdire toute recherche minière aux étrangers. En 1869, un prospecteur anglo-australien fut expulsé.

A partir de 1865, commencent les voyages du célèbre explorateur Alfred Grandidier (1836-1921).

C'est encore à Laborde que l'on doit la connaissance du Manganèse du Sud de l'Ankaratra et du Cuivre que les Malgaches exploitaient dans l'Ouest près du Lac Kinkony.

En 1866, Guillemin parle encore d'un bassin houiller dans le Nord-Ouest de l'île et rapporte des granites et des basaltes de l'isthme de Diégo-Suarez.

Les découvertes d'Alfred Grandidier vont dominer la fin du XIX^{e} siècle. Dès 1865, il commence à rechercher l'*Aepyornis*. Il put démontrer qu'il s'agissait d'une espèce éteinte assez récemment, victime des hommes et des crocodiles. Les ossements furent étudiés par son ami Milne-Edwards et par lui-même. Un squelette complet a été monté au Muséum national d'Histoire Naturelle et le D^{r} L. Monnier a consacré une importante monographie aux *Aepyornis* en 1913.

Alfred Granoidier prouva rapidement l'existence du Jurassique, du Crétacé, de l'Eocène et du Pléistocène. En 1869, il découvrit un échantillon d'Uranite aux environs d'Antsirabe, lequel sera identifié et décrit par Jannettaz en 1886, plus tard par A. Lacroix.

C'est encore à Alfred Granoidier que l'on doit des récoltes et des Mémoires importants sur la faune sub-fossile des Lémuriens.

Entre 1875 et 1892, beaucoup d'étrangers, des Anglais surtout s'intéressent à Madagascar : Mullens, Richardson, Sibree, Deans, Cowen, Baron, Last, Forsyth-Major, Cortese, et d'autres, sans oublier le paléontologiste R. B. Newton. Parmi eux se trouve un géologue anglais le Révérend Baron, qui publie de nombreuses notes sur les volcans de l'Imerina, sur les schistes cristallins, la Montagne d'Ambre, Ankaratra et Antsirabe. On voyage plus facilement à Madagascar, mais la prospection minière reste interdite.

En 1885, une nouvelle tentative eut lieu tout de même. M. Suberbie envoya un garçon boucher, du nom de Cadière, prospecter la vallée de Marokoloy, près de Malatsy. Le garçon boucher trouva de l'or et M. Suberbie demanda une concession... agricole.

Toutefois, le Gouvernement malgache fort à court d'argent, se décida à accorder des concessions minières aux étrangers moyennant 10 % sur la valeur du brut et 50 % des bénéfices.

Source : MNHN, Paris

En 1886, un béryl de Madagascar est identifié par DAMOUR. En 1888, un Italien du nom de CORTESE publie trois notes sur la géologie, indiquant qu'il a vu des ammonites... sur le bureau du Premier Ministre.

En 1889, COTTEAU décrit deux Oursins fossiles sans les figurer et Louis CRIÉ publie, également sans les figurer (donc inutilement) des Végétaux des lignites de Nossi-Bé, Sainte Marie et de la côte NW de Madagascar.

En 1891, Alfred GRANDIDIER envoie au Muséum un cristal de rubellite, puis c'est l'arrivée du géographe E. F. GAUTIER, dont les premiers matériaux sont publiés en 1892 et 1893, par Stanislas MEUNIER et Marcellin BOULE. 1893 est aussi l'année de la première publication d'Alfred LACROIX sur Madagascar, sur une leucitite, ressemblant à du basalte, recueillie par CATAT au Tsiafajavona.

Depuis 1895 : Alfred LACROIX, Henri BESAIRIE.

A partir de 1895, la situation va se modifier radicalement, puisque Madagascar devient colonie française, à la suite d'un accord (ou d'un désaccord) avec la Reine RANAVALONA.

Les renseignements vont affluer rapidement. Tout de suite, Léon SUBERBIE envoie à LACROIX un lot de petites pierres des alluvions de la Belambo : des grenats, des corindons, des topazes et de la rubellite. LACROIX les fait tailler et les expose au Muséum. Cette exposition s'enrichira d'autres pierres envoyées sur l'ordre du Général GALLIÉNI.

BASTARD envoie les premiers restes de Dinosauriens (étudiés par BOULE et DEPÉRET).

CORIDON, FOURNIE, ALLUAUD envoient des fossiles, des Oursins de Diégo Suarez qui sont déterminés par J. LAMBERT. Les Militaires prennent une part active à la recherche scientifique. Le Capitaine (devenu Lt-Colonel) BOURGEOIS publie une Note à l'Académie des Sciences sur la géologie de la région de Diégo Suarez, dont les bois fossiles seront étudiés par FLICHE et la faune par DE GROSSOUVRE. La découverte sensationnelle de fossiles sénoniens sur la côte orientale de Madagascar, à Fanivelona, est due au Lieutenant Marius GRILLO. Marcelin BOULE y détermine *Lytoceras Indra*, du Crétacé de l'Inde.

En 1899 et 1900, H. DOUVILLÉ publie les fossiles du Lias envoyés par VILLIAUME ; Emile HAUG annonce la découverte du Cénomanien à Diégo Suarez d'après les récoltes de CORIDON ; A. LACROIX décrit les roches d'Ampassindava, envoyées par VILLIAUME.

1900, c'est aussi l'année du Congrès Géologique International tenu à Paris, en même temps que l'Exposition Universelle. Tous les documents sont mis en œuvre par Marcellin BOULE surtout, qui réussit le tour de force de présenter au Congrès la première Carte géologique (en couleurs) de Madagascar.

Pendant cinquante ans, Madagascar va bénéficier des études de minéralogistes, de géologues et de paléontologistes, qui vont publier des Thèses et des Mémoires, des cartes, des monographies.

Source : MNHN, Paris

On est maintenant devant une telle richesse de documentation qu'il devient imprudent d'établir une liste de noms. Il faut toutefois le faire pour rappeler ceux qui ont permis de si bien connaître la Grande Ile.

Les Minéraux et les roches de Madagascar ont passionné Alfred Lacroix pendant toute sa vie. Ses premières notes (sur une leucitite et sur une épidote) sont de 1893 et 1894, et la dernière (sur les phlogopites) date de 1941. Entre ces deux dates extrêmes, se situe la publication des trois volumes de la « Minéralogie de Madagascar » (1922-23). Chose curieuse, A. Lacroix n'étudia guère que des matériaux envoyés par ses correspondants et ne fit lui-même qu'un très court séjour à Madagascar, en 1911, sur le chemin du volcan de la Réunion.

L'œuvre d'Alfred Lacroix sur Madagascar est énorme. Il en a décrit tous les minéraux et toutes les pierres et c'est grâce à lui que se sont développées les recherches et les exploitations minières.

On trouvera tous les détails dans sa « Minéralogie de Madagascar », mais il faut rappeler ici les espèces nouvelles qu'il a décrites : la *grandidiérite* (1902), l'*imérinite* (1910), l'*ampangabéite*, la *bétafite*, la *manandonite*, la *samirésite* (1912), l'*ambotoarinite* (1915), la *torendrikite* (1920), la *béfanamite* (1923). Parmi les roches, citons, par ordre alphabétique, l'*antsohite* et l'*anipasiménite* (1923), l'*anabohitsite* (1914), l'*ankaramite* et l'*ankaratrite* (1916), la *berondrite* et la *bekinkinite* (1920), la *fasibitikite* et la *fasinite* (1915-16), la *finandranite* (1923) et l'*itsindrite* (1920).

Son chapitre sur les latérites et les terres rouges de Madagascar se trouve dans le tome III (1923) (pp. 71 à 137).

C'est donc au cours de l'histoire de la géologie malgache que nous rappelerons quelques-uns des principes d'Alfred Lacroix, qui de Pharmacien devint Minéralogiste, puis Professeur au Muséum à 30 ans, Membre de l'Institut à 41 ans. En effet, « l'histoire de la Science, disait-il lui-même, ne saurait être séparée de l'histoire des savants. Il n'est pas indifférent de connaître l'évolution de leur carrière, ce que furent les conditions de leur existence, les circonstances favorables ou difficiles du milieu où ont été effectués leurs travaux ; d'en savoir aussi l'origine, de suivre le développement de leurs conceptions et de leur réalisation, en fonction de l'ambiance scientifique et sociale de leur temps ».

Pierre Termier a dit que Lacroix était le philosophe des minéraux et des roches. Son travail ne fut jamais ralenti par les difficultés matérielles (qu'il ne connut jamais) et à peine par les honneurs dont il fut comblé. Minéralogiste, pétrographe, géologue, philosophe et historien, il fut tout cela.

Les principes exposés par A. Lacroix montrent qu'il était bien un Naturaliste. « Toute la minéralogie ne consiste pas à étudier, disait-il, le détail des propriétés des minéraux pour les situer dans une systématique. *Tout cela est nécessaire, mais ce n'est qu'un commencement.* Un minéral, en effet, n'est pas un objet inerte et isolé du

Source : MNHN, Paris

monde extérieur. Il faut donc étudier également les modalités géologiques de ses gisements et déterminer aussi le rôle qu'il joue dans la Nature. « Et encore : « L'union de la géologie et de la minéralogie doit être intime ». C'est ainsi qu'il a étudié le rôle que jouent les minéraux dans la genèse et la constitution des roches, qu'il allait voir sur place autant que possible. C'est dans cet esprit qu'il substitua souvent le terme de *lithologie* à celui de pétrographie, qui était employé autrefois, pour souligner la différence de conception et de méthode. Puissent ses successeurs et ses élèves ne pas perdre de vue ce point essentiel !

C'est dans cet esprit qu'Alfred LACROIX a consacré 170 Notes et Mémoires à la géologie et à la minéralogie de Madagascar.

Son élève et successeur, J. ORCEL, a consacré un chapitre de sa Thèse à l'analyse des chlorites malgaches (1927). M^lle^ S. CAILLÈRE a également publié des notes de minéralogie, ainsi que M^lle^ Y. BRIÈRE à qui l'on doit la découverte de pechblende dans des pegmatites de Madagascar, en 1926.

En 1902, E. F. GAUTIER présente une Thèse de Doctorat ès lettres : Madagascar. Essai de Géographie physique (431 pages), somme de tout ce que l'on sait de géographie et de géologie à cette époque.

De 1900 à 1910, nous trouvons les noms de F. GEAY, Voyageur-naturaliste du Muséum, qui circule dans le Sud-Ouest et dont les récoltes sont étudiées par A. THÉVENIN en 1907 ; du Capitaine COLCANAP, qui administre successivement les cercles de Maevatanana, de Mahafaly, d'Ananalava, récoltant des fossiles du Jurassique et du Crétacé, puis dans la Sakamena, et des Vertébrés subfossiles ; du Commandant BARFÉTY et du Lieutenant BÜHRER, du Capitaine CONTET qui recueille des fossiles dans le Jurassique et le Crétacé du Massif Bara (SW). Nous reviendrons plus tard sur les travaux du Capitaine COLCANAP, puisque c'est lui qui se trouve à l'origine de la découverte du bassin charbonnier du Sud-Ouest.

En 1904, Léon SUBERBIE reconnaît un gisement de graphite à 30 km à l'Ouest de Tananarive et le met en exploitation en 1907.

G. GRANDIDIER publie une série de notes sur les Vertébrés subfossiles : Lémuriens et *Aepyornis*.

Les Géologues métropolitains vont s'intéresser à Madagascar.

C'est d'abord Paul LEMOINE qui étudie le Nord de l'île en 1902 et 1903, y découvre l'Oligocène, publie un Mémoire sur les Lépidocyclines en collaboration avec R. DOUVILLÉ, puis sa Thèse (1906) : Etudes géologiques dans le Nord de Madagascar. Contribution à l'histoire géologique de l'Océan Indien. Les Céphalopodes crétacés de la région de Diégo Suarez firent l'objet d'un mémoire supplémentaire en collaboration avec M. BOULE et A. THÉVENIN. En 1911, P. LEMOINE résume la géologie dans le fascicule « Madagascar » du « Handbuch der regionalen Geologie ».

Ce sera le seul grand travail jusqu'à la guerre de 1914-18. Signalons encore les notes géologiques du R. P. MUTHUON, à partir de 1911, puis les premières observations de H. PERRIER DE LA BÂTHIE, Botaniste et Géologue.

Source : MNHN, Paris

A partir de 1907 et pendant 30 ans, H. Perrier de la Bâthie parcourt Madagascar et, en dehors de ses travaux de Botanique, s'intéresse aux gites cuprifères, aux faunes et flores fossiles, aux eaux thermales, au pétrole, au charbon, au Quaternaire de Majunga, aux sols et à la protection de la Nature.

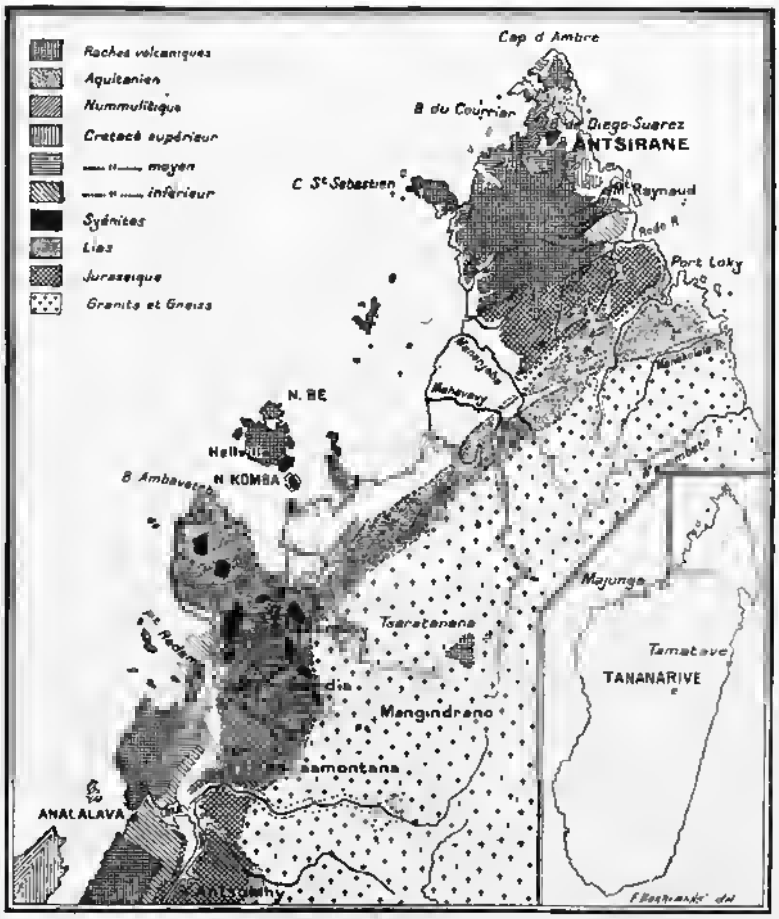


Fig. 19. — Esquisse géologique du Nord de Madagascar (P. Lemoine, 1906).

M. Boule et Thévenin publient des Mémoires de Paléontologie, sur les fossites crétacés de la côte orientale (1906) et sur les Dinosauriens (1908), J. Cottreau sur les Echinides (1907-08), R. Douvillé sur les grands Foraminifères.

Après la guerre de 1914-18, la géologie malgache va prendre un nouvel essor. Le Gouvernement général s'intéresse au pétrole en 1922. En 1923, L. Bertrand et L. Joleaud vont étudier une partie de l'Ouest malgache et orienter la prospection.

Source : MNHN, Paris

L. Barrabé poursuivra les études au cours de plusieurs missions, à partir de 1924. Ses découvertes sur le Jurassique et le Crétacé le conduisent à publier une Thèse importante sur la Stratigraphie et la Pétrographie de la partie médiane du Pays sakalave (1929).

En 1923-24, J. Piveteau est chargé de l'étude des formations paléozoïques du Sud de Madagascar. Il y recueille toute une série d'Amphibiens et de Reptiles permiens, qui font l'objet d'un Mémoire en 1926, puis d'un second en 1928 et de sa Thèse sur le Permien de Madagascar (en 1926). Ces travaux seront complétés ensuite par des publications sur les Ophidiens (du Crétacé), les Poissons et les Amphibiens du Permo-Trias, ainsi que sur la Paléobiogéographie.

En 1926, on voit apparaître le nom de H. Besairie dans la littérature géologique malgache, avec une courte note sur les eaux des gisements de pétrole.

Après le pétrole, ce sera le charbon. Les découvertes du Capitaine Colcanap, les recherches récentes de H. Perrier de la Bâthie et de H. Jamet incitent le Gouvernement général à s'en occuper. H. Besairie est chargé de procéder à l'étude générale de la région en 1926.

Au cours de ce travail, H. Besairie met sur pied toute une stratigraphie basée sur les données paléontologiques et comparée avec celle de l'Afrique du Sud, du Karroo. Ce « Karroo malgache » fait l'objet de sa Thèse, où l'on trouve tous les renseignements scientifiques et techniques sur le futur bassin charbonnier de la Sakoa, sur certains gisements de phlogopite et leur genèse, sur les formations secondaires et tertiaires de la côte.

H. Besairie va rester à Madagascar et consacrer toute sa carrière à la géologie et aux recherches minières de l'île. Il va diriger le nouveau Service géologique, mettre en train le levé et la publication de la Carte géologique au 200.000e, dont les deux premières feuilles sortent en 1932. Il découvre des niveaux marins qui permettent de préciser les coupures du « Karroo malgache », il recueille des faunes considérables, continue à lever des cartes, étudie les sols, les eaux minérales, les anomalies magnétiques et organise un Laboratoire de prospection.

En 1936, il publie un gros Mémoire sur le Nord-Ouest de Madagascar, puis en 1938 la Carte Géologique de l'île au 1.500.000e, en collaboration avec A. Lenoble.

De cette même époque d'entre deux guerres, on trouve les travaux de la Mission Scientifique permanente avec le nom de l'Administrateur R. Decary qui publie 50 notes de géologie entre 1917 et 1939. S'intéressant surtout à l'hydrologie, R. Decary a étudié particulièrement le Sud de l'île et résumé ses observations sur l'Androy en deux volumes parus en 1930 et 1933. On lui doit également des recherches sur les grottes.

Après une première note en 1927, Mme E. Rasse de Menorval part en mission dans le Sud-Ouest de Madagascar et y recueille les matériaux d'une Thèse de Doctorat (1935) et de Mémoires paléontologiques.

Source : MNHN, Paris

La Paléontologie doit encore beaucoup à J. COTTREAU (sur le Miocène), J. LAMBERT (Echinides), C. LAMBERTON (Lémuriens) et le Capitaine (devenu Général) M. COLLIGNON a commencé (en 1928) la publication d'une longue série de Mémoires sur les Céphalodes, crétacés surtout.

En Stratigraphie, les deux géologues du Gouvernement Général, V. HOURCQ et A. LENOBLE travaillent en collaboration avec H. BESAIRIE de 1932 à 1939, publiant de nombreuses feuilles de la Carte au 200.000e. En 1936, A. LENOBLE découvre une série de schistes et quartzites à Lépidodendrées, attribuée au Dévonien supérieur — Carbonifère inférieur, postérieure à la série dolomitique.

Pendant la guerre de 1939-45, les circonstances amènent H. BESAIRIE à faire un séjour en A.O.F., puis il regagne son domaine malgache après un arrêt en Côte des Somalis.

Son activité reprend, inlassable et il publie une mise au point précieuse : Madagascar 1946. Les publications du Service Géologique prennent de plus en plus d'importance, dépassant même les possibilités financières d'impression. La Carte géologique, mise à jour, représente la Feuille 9 de la Carte géologique internationale de l'Afrique, publiée en 1952.

Depuis, H. BESAIRIE s'est intéressé à l'âge des minéraux radioactifs de Madagascar et, en collaboration avec A. HOLMES, en a publié les premiers résultats en 1954.

Ceci vient compléter l'étude du Précambrien et des séries primaires antérieures au Karroo. On peut alors donner un âge de 700 millions d'années aux pegmatites du Système du Graphite, lui-même discordant sur le Système androyen. La grande époque de la minéralisation malgache se situe vers la fin du Cambrien inférieur, avec un âge moyen de 485 millions d'années et on trouve encore une série de granites et pegmatites de 255 millions d'années ayant traversé les schistes du Dévono-Carbonifère, ce qui correspond fort bien à des mouvements hercyniens.

Enfin une nouvelle Carte géologique de Madagascar et une Carte structurales paraissent en 1954.

D'autre part, la première Carte au 200.000e ayant été terminée en 1952, la revision en a été immédiatement commencée par H. BESAIRIE et ses collaborateurs, A. EMBERGER, R. MOUFLARD, G. NOIZET, J. BOULANGER, etc (18 géologues en 1954).

Les études de Géologie appliquée continuent avec le concours de P. BRENON (phlogopite), R. PAVLOVSKY (bassins charbonniers), J. GUIGUES (pegmatites), L. LAPLAINE (cuivre et chrome), G. NOIZET (thorianite), J. BOULANGER (étain), J. DE SAINT-OURS (gypse), J. BEHIER, etc.

Le Service Géologique de Madagascar montre admirablement ce que l'on peut attendre d'un tel Service lorsqu'il est bien dirigé. La Carte au 200.000e a été levée en moins de 30 ans, Stratigraphie, Paléontologie et Géologie appliquée ont fait l'objet d'un grand nombre de Mémoires tant à Madagascar que dans la Métropole, témoignant d'une activité permanente et soigneusement orientée.

Source : MNHN, Paris

L'Etude des Sols n'a pas été négligée. Commencée par A. MUNTZ et E. ROUSSEAUX en 1901, elle fut reprise par E. ERHART (Thèse 1926), par H. BESAIRIE lui-même et par les nouveaux Pédologues formés par l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.

Géologie appliquée.

LES PIERRES PRÉCIEUSES ET SEMI-PRÉCIEUSES.

Les beaux minéraux sont une caractéristique de la Grande Ile, à laquelle Alfred LACROIX a pu donner le nom de « Pays des Béryls ».

Cette industrie prospère est entièrement due aux travaux effectués au Muséum par LACROIX, qui fut le premier à faire tailler systématiquement les pierres de Madagascar, à la suite de l'Exposition temporaire de 1896. C'étaient des cymophanes, des grenats et des topazes recueillis par SUBERBIE dans les alluvions de la Belambo. En 1902, il fit encore tailler une belle série de tourmalines recueillies par GARNIER-MOUTON, sur les instructions du Général GALLIÉNI.

Depuis cette époque, ces pierres ont été exposées dans la Galerie de Minéralogie du Muséum et sur l'initiative du premier Chef du Service des Mines, le Capitaine MOUNEYRES, l'administration fit venir de France un lapidaire, M. VILLIERME.

A côté des rubis et des saphirs, il y a des tourmalines vertes et rouges (les rubellites), du béryl rose (la morganite), bleu (aigue-marine), incolore, de beaux grenats, etc. La plupart de ces pierres proviennent des filons de pegmatite.

Le Muséum possède une magnifique collection de pierres taillées qui lui ont été offertes par Edward TÜCK et Pierpont MORGAN.

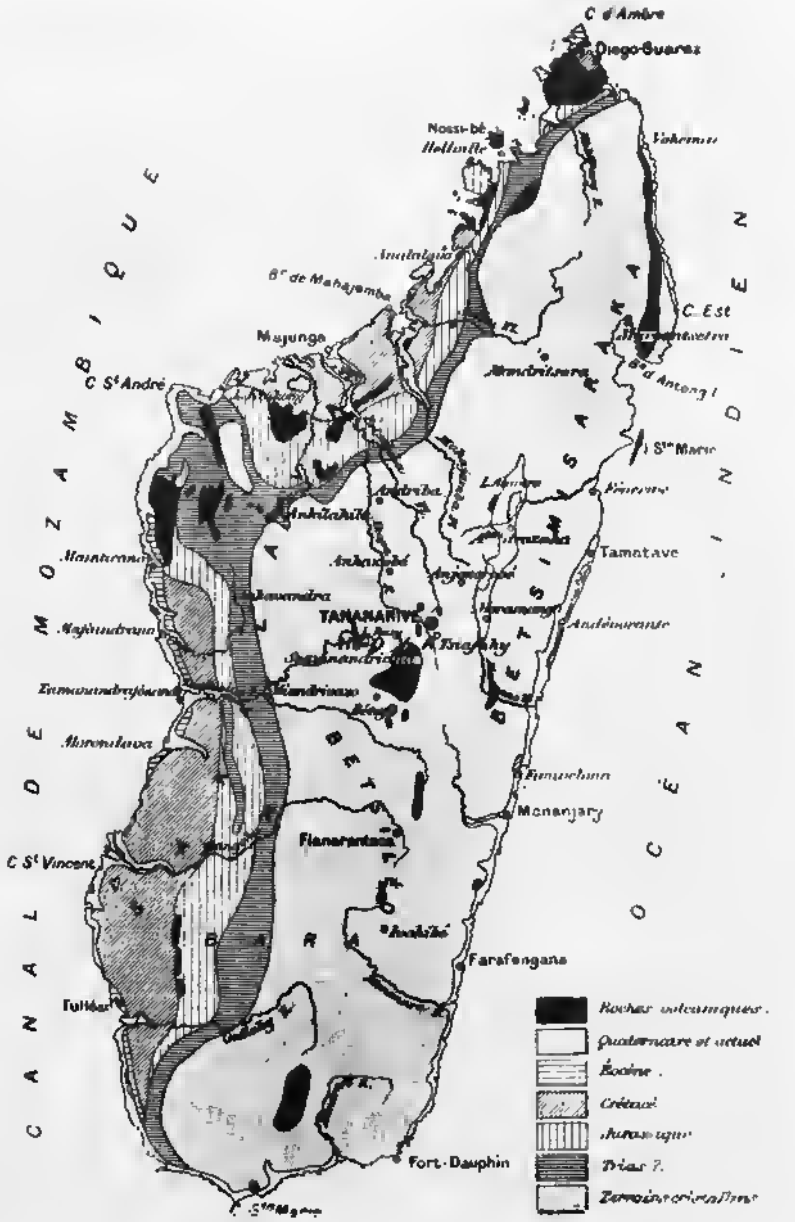
Il existe aussi des pierres moins précieuses, mais recherchées, en particulier le quartz rose et le quartz hyalin. Il est même fort probable que la plupart des coupes en quartz sculpté, d'époque Renaissance, indiquées comme provenant de la Chine ou de l'Inde, ont été préparées dans du cristal de roche provenant de Madagascar. On le recherche maintenant pour l'optique et ses propriétés piézo-électriques.

LE GRAPHITE.

Le graphite (ou plombagine) était bien connu des indigènes qui l'utilisaient pour noircir leurs céramiques, lorsque le Pasteur ELLIS le signale en 1838. Jean LABORDE s'en est servi pour préparer des creusets.

Le graphite se trouve en paillettes dans les micaschistes et les gneiss où il forme des amas lenticulaires exploitables, surtout dans la zone d'altération superficielle. Léon SUBERBIE en découvrit un gisement en 1904, à 30 km à l'Ouest de Tananarive et le mit en exploitation en 1907. Le premier envoi fut de 8 tonnes. L'industrie se développa un peu partout et on atteint 2.600 tonnes en 1912. Cette année-là, une manufacture anglaise de creusets établit un bureau d'achats

Source : MNHN, Paris



Carte géologique de Madagascar, dressée par Marcellin BOULE (1900).

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

à Tananarive. Le chiffre maximum fut atteint en 1917 avec 35.000 tonnes, mais la concurrence fut longtemps dure avec les graphites de Ceylan. Actuellement, la production annuelle oscille entre 15 et 20.000 tonnes.

Le Mica.

La phlogopite des pegmatites est exploitée largement. On la trouve en cristaux énormes atteignant 1 mètre de diamètre. Le premier gisement exploité fut celui de Volonandrongo en 1913, dans l'Ouest des Hauts-Plateaux. On découvrit plus tard ceux de Fort-Dauphin et de la Betroka.

La production moyenne annuelle se tient aux environs de mille tonnes.

Minéraux radioactifs.

C'est en 1869 qu'Alfred Grandidier rapporta des environs d'Antsirabe un échantillon d'autunite auquel Jannettaz trouva les mêmes propriétés qu'à celle d'Autun.

A partir de 1908, A. Lacroix décrivit toute une série de minéraux radioactifs : l'euxénite d'abord, puis des minéraux nouveaux comme la bétafite, la samirésite et l'ampangabéite, puis de la columbite, de la monazite, etc. Quelques tentatives d'exploitation eurent lieu sous la direction du Syndicat Lyonnais de Madagascar, mais les travaux cessèrent rapidement devant la concurrence du Katanga, après la guerre de 1914. En 1926, M^lle^ Y. Brière signale la pechblende de certaines pegmatites.

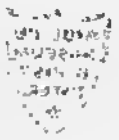
A partir de 1946, le Commissariat de l'Energie Atomique fit prospecter à nouveau Madagascar et particulièrement le bassin lacustre d'Antsirabe. Le 5 février 1953, on inaugurait à Vinaninkarena, une laverie de minerai d'uranium, dont les concentrés sont envoyés en France.

Le Charbon.

La découverte du charbon à Madagascar est à l'origine l'œuvre d'un Officier, le capitaine Colcanap et d'un géologue, Marcellin Boule.

Colcanap (Correspondant du Muséum) découvrit en fin 1907, quelques plaquettes de schistes avec des empreintes de Reptiles et une feuille, dans la vallée de la Sakamena. Boule détermina la feuille comme étant un exemplaire de *Glossopteris indica* et communiqua cette découverte à l'Académie des Sciences le 2 mars 1908, en soulignant que le problème de la houille se trouvait, cette fois, sérieusement posé.

Colcanap, qui était alors Administrateur de la province de Betroka, entreprit alors une véritable prospection. Le premier affleurement fut trouvé en 1908 par son adjoint, le Lieutenant Dauche,



Source : MNHN, Paris

dans le Ianapera, puis d'autres furent bientôt découverts dans la région de Benenitra par COLCANAP lui-même, et les Lieutenants BUHRER et CONTET.

Le 1er janvier 1909, COLCANAP rendit compte de ces découvertes au Gouverneur Général. En avril 1910, M. EVESQUE, Contrôleur des Mines, vint étudier la région et BONNEFOND publia son rapport dans le *Bulletin économique* de la Colonie.

Des permis furent pris au nom de la Colonie et la prospection de surface reprit sous la direction de J. GIRAUD qui donna une description inédite du bassin, en soupçonnant l'extension bien au delà du Ianapera. H. PERRIER DE LA BÂTHIE entreprit l'étude géologique de la région, puis tous les travaux furent interrompus de 1914 à 1922.

Sur les conseils de H. PERRIER DE LA BÂTHIE, un colon et prospecteur de Tuléar, H. JAMET, se mit à prospecter le bassin de la Sakoa en 1923 et y trouva rapidement des affleurements de charbon. Le Chef du Service des Mines, J. GOURSAT se rendit sur le terrain en 1925, accompagné de H. PERRIER DE LA BÂTHIE et fit entreprendre quelques travaux qui montrèrent l'importance probable du gisement.

Le nouveau Géologue du Gouvernement Général, H. BESAIRIE, fut alors chargé de l'étude de toute la région en 1926. En dehors de ses rapports et de ses cartes, H. BESAIRIE a exposé l'ensemble dans sa Thèse (1930), montrant l'importance du Bassin charbonnier de la Sakoa, dont il venait d'établir définitivement la stratigraphie, exactement comparable à celle du Karroo sud-africain, encore mieux précisée grâce à quelques niveaux marins.

J. GOURSAT avait donné son opinion sur la valeur économique du gisement.

Dès 1931, des sociétés houillères et métallurgiques de France se groupèrent pour fonder la « Société des Charbonnages de la Sakoa », mais la crise économique arrêta toutes les recherches. F. BLONDEL exposa en 1932 les problèmes techniques et commerciaux posés par la mise en valeur du gisement : main-d'œuvre, voie ferrée et port à construire, concurrence du charbon anglais dans l'Océan Indien, consommation locale minime.

Après la seconde guerre mondiale, H. BESAIRIE reprit ses recherches et ses publications de 1948 complétèrent l'étude du Sud-Ouest de Madagascar et du bassin charbonnier.

Toutefois, à une époque où les bateaux consomment de plus en plus de mazout et de moins en moins de charbon, la mise en exploitation du bassin de la Sakoa parut imprudente. Le Bureau Minier fut chargé d'une prospection générale et on projeta de construire un chemin de fer jusqu'au port d'évacuation qui serait Soalara.

En dehors de la première note de M. BOULE, la Flore du « Karroo malgache » a été étudiée par ZEILLER (1911), par P. H. FRITEL (1920-21) et surtout par A. CARPENTIER (1935-36). Le groupe de la Sakoa (Carbonifère supérieur - Permien inférieur) est caractérisé par l'association classique de *Gangamopteris* et *Glossopteris* ; celui de la Sakamena (Permo-Trias) par *Glossopteris, Thinnfeldia, Pecopteris, Volt-*

Source : MNHN, Paris

zia, etc ; celui de l'Isalo (Trias-Lias) de type beaucoup plus cosmopolite.

E. Boureau en a regroupé les éléments dans une Note sur la Paléophytogéographie de Madagascar, parue en 1949.

La production minière de Madagascar en 1953.

Or	51	kg
Mica	816	tonnes
Graphite	13.469	—
Béryl industriel	468	—
Quartz	20	—

BIBLIOGRAPHIE.

Grandidier (A.). — Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar. Paris, 1885 ; 2e édition, 351 p., 1892.

Grandidier (G.). — Bibliographie de Madagascar, 1935 (Edit. Géogr. mar. col.).

Boule (M.). — La géologie et la paléontologie de Madagascar dans l'état actuel de nos connaissances. *C. R. VIIIe Congrès géol. intern.*, Paris, 1900, pp. 673-688, 1 carte géologique.

Lemoine (P.). — Etudes géologiques dans le Nord de Madagascar. Contributions à l'histoire géologique de l'Océan Indien. Thèse, 1906, 529 p., cartes.

Lacroix (A.). — Minéralogie de Madagascar. Paris (Challamel), 1922-23, 3 vol., 624, 694, 450 pages, 27, 29 et 8 pl.

Besairie (H.). — Recherches géologiques à Madagascar (Thèse). *Bull. Soc. Sc. Nat. Toulouse*, 1930, t. 60, 272 p., 17 fig., 27 pl.

Piveteau (J.). — Amphibiens et Reptiles permiens. *Ann. Paléont.*, 1926, t. 15, pp. 55-179 ; 1928, t. 17, pp. 23-47.

Besairie (H.) et Lenoble (A.). — Carte géologique de Madagascar au 1.500.000e, 1937.

Barrabe (L.). — Contribution à l'étude stratigraphique et pétrographique de la partie médiane du pays Sakalave. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1929, n° 12.

Basse de Menorval (El.). — Etude géologique du SW de Madagascar. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1934, n° 24.

Besairie (H.). — La géologie de Madagascar en 1946. *Ann. géol. Serv. Mines Mad.*, 1946, fasc. 12.

Besairie (H.). — Considérations sur le socle ancien du Sud de Madagascar. *Bull. Ac. Malgache* (Cinquantenaire), 1952, 1954, pp. 1-11.

Basse (E.), Furon (R.), Boureau (E.), Roger (J.), Piveteau (J.), Moureaux (C.), Segalen (P.). — *In* Contribution à l'Etude du peuplement de Madagascar. *Mém. Inst. scient. Madagascar*, 1949, sér. D, t. 1, fasc. 2 et *Mém. Soc. Biogéogr.*, 1953, (n. s.), t. 1.

Besairie (H.). — Carte géologique de Madagascar au 1.000.000e, en 3 feuilles, 1952.

Besairie (H.). — Carte tectonique de Madagascar au 3.500.000e, 1954.

Poisson (R. P.). — La Physique du Globe à Madagascar. *Bull. Ac. Malgache*, (*Cinquantenaire*, 1952), 1954, pp. 117-134.

Blondel (F.). — Bibliographie géologique et minière de la France d'Outre-Mer, tome 2, 1941. Madagascar : pages 651-812.

Source : MNHN, Paris

B. LES ILES DU DÉTROIT DE MOZAMBIQUE : COMORES, GLORIEUSES, EUROPA, JUAN DE NOVA, BARREN.

1. Les Comores.

L'Archipel des Comores, situé entre le Nord de Madagascar et la côte d'Afrique comporte quatre îles principales : la Grande Comore, Mohéli, Anjouan et Mayotte, auxquelles s'ajoutent les deux îlots de Pamanzi et Mamoudzou.

La Grande Comore est presque entièrement formée par le cône du volcan Karthala qui culmine à 2361 m, après une caldeira de 4 km, et qui est toujours actif. Mohéli atteint 800 m d'altitude, Anjouan 1580, Mayotte est très affaissée et entourée d'un récif-barrière, Pamanzi, volcanique montre encore le cratère éteint de Ziani. L'ensemble se tient sur une plate-forme liée au plateau continental malgache, mais dont on ignore la nature, bien que A. Lacroix ait décrit d'Anjouan des blocs roulés de gneiss et de granite. Le même auteur a décrit des échantillons de laves, de 1916 à 1922.

E. Aubert de la Rüe a survolé le Karthala en 1950 et décrit son aspect. Ce n'est qu'en 1953 que R. Pavlovsky et J. de Saint-Ours ont effectué une étude détaillée de l'archipel, étude géologique et hydrogéologique. Ils ont reconnu quatre phases volcaniques, séparés par des temps de repos :

1) à Mayotte seulement (Crétacé supérieur probable) ;

2) à Mohéli et Anjouan, avec des reliefs encore jeunes (Aquitanien ?) ;

3) des formes volcaniques bien reconnaissables (Pliocène-Pléistocène) ;

4) Pléistocène supérieur et Actuel (le Karthala encore actif).

Les laves sont des basaltes à olivine, des océanites, des ankaratrites, des dolérites.

Le socle cristallin évoqué par Lacroix n'est visible nulle part et les blocs roulés qui ont été étudiés pourraient bien provenir de lest de bateaux de pêche.

BIBLIOGRAPHIE.

Pavlovsky (R.), Saint-Ours (J. de). — Etude géologique de l'Archipel des Comores, *Travaux du Bureau géologique de Madagascar*, 1953, n° 51, 55 p., 6 pl., 1 carte et Bibliographie.

Poisson (R. P.). — Une mission scientifique au volcan Karthala (Grande Comore). *Naturaliste malgache*, Tananarive, 1949, t. 1, fasc. 2, pp. 41-55, 1 pl.

Source : MNHN, Paris

2. Europa.

Europa est une petite île située dans le détroit de Mozambique, un peu au Nord du Tropique. C'est un récif corallien, émergé, phosphatisé et bordé de falaises basses.

3. Glorieuses.

Les îles Glorieuses se trouvent à 150 km à l'Ouest de la pointe Nord de Madagascar, entre la pointe et les Comores. Ce sont des récifs coralliens phosphatisés.

4. Juan de Nova.

Juan de Nova se trouve dans le détroit de Mozambique, à 100 km à l'Ouest du Cap Saint André. C'est une île entièrement corallienne, dont l'altitude ne dépasse pas cinq mètres au-dessus du niveau de la mer.

Elle a été décrite par H. Perrier de la Bâthie en 1921. Le calcaire corallien est recouvert de sables calcaires à débris de coquilles, de Polypiers, d'Algues calcaires et de Foraminifères, puis d'un guano brun, pulvérulent, lessivé, dont les produits solubles ont transformé le calcaire en phospho-carbonate brunâtre sur quelques décimètres d'épaisseur. Ce phosphate, qui est exploité, a été analysé par A Lacroix et J. Orcel, en 1918.

5. Iles Barren (ou Stériles).

Ces petites îles sont situées près de la côte, au large de Maintirano. H. Ehrart en cite les phosphates dans le *Bulletin économique* de Madagascar en 1921.

BIBLIOGRAPHIE.

(*Europe, Glorieuses, Juan de Nova, Barren*).

Lacroix (A.). — Les gisements phosphatés. in Le Phosphate. *Publ. Bureau d'Et. géol. col.*, 1935, pp. 175-193.

Source : MNHN, Paris

C. LA RÉUNION.

L'île de la Réunion est située dans l'Océan Indien à 600 km à l'Est de Madagascar. Elle est devenue département français depuis 1945.

La Réunion et Maurice furent découvertes en 1505 par le navigateur portugais Don Pedro MASCAREHNAS, d'où leur nom d'îles Mascareignes.

La Réunion est essentiellement constituée par deux volcans accolés : l'un, éteint, situé au Nord-Ouest (le Piton des Neiges), l'autre, encore actif, au Sud-Est (le Piton de la Fournaise).

C'est en juin 1638, que GAUBERT, capitaine du *Saint-Alexis* de Dieppe, en prit possession au nom du roi Louis XIII.

En 1640, COUBERT, et en 1642, PRONY, venant de Fort-Dauphin, en prirent à nouveau possession au nom du roi de France, mais comme l'île était totalement inhabitée, on n'y laissa personne.

PRONY y déporta dix individus trop indisciplinés, en 1646, mais quand on voulut les libérer, ils refusèrent de quitter leur île. Le Gouverneur de Madagascar, E. DE FLACOURT, (en même temps Directeur de la Compagnie commerciale) ordonna la prise de possession définitive de l'île à laquelle il donna le nom de « Bourbon » (1).

C'est E. DE FLACOURT qui nous apprend qu'il y a toujours du feu, ainsi qu'à l'île Fuego du Cap Vert. Le reste de l'île est le meilleur pays du monde » (1661).

De rares indications du même ordre sont encore données par quelques navigateurs du XVII[e] siècle.

Au XVIII[e] siècle, l'île Bourbon va connaître des personnages étonnants. C'est d'abord un créole, autodidacte et naturaliste passionné, Joseph HUBERT, qui sera le correspondant de FAUJAS DE SAINT FOND (qui le cite dans ses travaux) et de BORY DE SAINT-VINCENT. C'est ensuite l'Intendant POIVRE, Correspondant de l'Institut, qui acclimate des *épices* et dont la charmante femme fut la *Virginie* du gracieux roman de BERNARDIN DE SAINT-PIERRE. L'Intendant POIVRE réunit tous les hommes de science et se montra toujours très bienveillant pour les voyageurs.

Parmi ceux-ci, se trouva en 1761 un Botaniste, débarqué avec l'expédition de Bougainville, COMMERSON. Il avait été précédé par l'Abbé de la CAILLE, qui avait visité le volcan en 1753, à un moment où d'ailleurs il n'émettait que des fumerolles.

En 1766, il y eut une grande éruption. Le Botaniste COMMERSON en profita pour faire l'ascension du Piton de la Fournaise (il fut peut-être le premier). Il y remarqua et y recueillit des fils de verre volcanique ; il les envoya en France, au Jardin du Roi (le futur Muséum)

(1) Ce nom de *Bourbon* fut changé en 1793 pour celui de *La Réunion*, sur la proposition du Ministre des Colonies, Gaspard MONGE, puis pour celui de *Bonaparte* de 1806 à 1810, à nouveau de *Bourbon* de 1810 à 1848, pour redevenir *Réunion* par décret du 7 mars 1848.

Source : MNHN, Paris

où Alfred LACROIX en a retrouvé un échantillon. Ils furent décrits par SAGE dans la deuxième édition de sa *Minéralogie docimasique* (1777, p. 329), puis par FAUJAS DE SAINT-FOND dans son *Système minéralogique des Volcans* (1784), avec d'autres roches envoyées par HUBERT. Ces fils d'obsidienne devaient être nommés *cheveux de Pélé*, bien plus tard, lorsqu'on en vit aux Iles Hawaï.

En 1768, le Commissaire-Ordonnateur de l'île, H. DE CRÉMONT, fait à son tour l'ascension du Piton de la Fournaise.

D'autres éruptions volcaniques sont enregistrées par HUBERT en 1776, 1787, 1791.

Au début du XIX[e] siècle, l'île Bourbon va recevoir encore un personnage remarquable, BORY DE SAINT-VINCENT, Botaniste, puis Colonel dans la Grande Armée, prisonnier politique à Ste-Pélagie sous la Restauration et Membre de l'Institut.

En l'an 1800, BORY DE SAINT-VINCENT (né en 1778), est attaché à la Mission des Mers Australes. Zoologistes, Botanistes, Minéralogistes, Astronomes, Dessinateurs et Peintre quittent Le Havre le 19 octobre 1800 et arrivent à l'Ile de France le 15 mars 1801. MICHAUX, le chef de la Mission scientifique, BORY DE SAINT-VINCENT et onze autres vont à Madagascar. BORY se fait attacher à l'Etat-Major du Gouverneur et est envoyé à l'île Bourbon. Il y rencontre Joseph HUBERT et la capitaine BERT, il est enthousiasmé par l'île où il recueille des plantes, des animaux et des roches. Il dresse la carte du volcan actif et de l'autre et la carte est peuplée de noms de ses maîtres et de ses amis : le cratère Dolomieu, le cratère Ramond, le cratère Haüy, le cratère Faujas de Saint-Fond et même il donne son nom au plus beau de tous, le cratère Bory. Il décrit les fontaines de lave fluide, les coulées scoriacées, les tunnels dans la lave et puis aussi les fils de verre volcanique. Il sauve de l'oubli les éruptions antérieures en consultant les amateurs d'histoire naturelle et se rend compte que la topographie est modifiée à chaque éruption.

Dans une de ces grottes fréquentées par les chauves-souris, un colon nommé DESBASSYNS, exploitait une sorte de guano, dans la ravine St Gilles. Il en envoya un échantillon (toujours conservé au Muséum) qui fut décrit par VAUQUELIN en 1822, comme un phosphate hydraté d'alumine et d'ammoniac. A. LACROIX retrouvera le gisement en 1911 et complètera la détermination, montrant que c'est une « *minervite* » formée aux dépens du basalte attaqué par le phosphate bi-ammoniacal soluble du guano de chauve-souris, accompagnée d'un autre phosphate rare, la *newberryite* (connue du guano du Chili et de l'Australie), et d'un sulfate alcalin nouveau, voisin de la *lecontite*.

Le Piton de la Fournaise est revu par MAILLARD en 1851, puis en 1874 par P. von DRASCHE qui donne la première description géologique de l'île.

En 1874 et 1875, Ch. VÉLAIN, attaché à la Mission astronomique dans l'Océan Indien, visite les deux volcans et en fait une description très complète publiée en 1878. Il trouve le cratère Bory très élargi par rapport aux descriptions précédentes. En 1889, HERMANN le tron-

Source : MNHN, Paris

vera au contraire très diminué et lorsque A. Lacroix vint à son tour en 1911, il n'y avait plus de cratère du tout.

Alfred Lacroix avait étudié des laves de la Réunion depuis 1884. Après son voyage, il va consacrer de nombreuses notes à la pétrographie des deux volcans et un magnifique volume de 300 pages (en 1936), illustré de 68 planches et d'une carte.

Les laves de la Réunion sont surtout des basaltes labradoriques, pauvres en olivine en général, avec quelques rares océanites (au contraire riches en péridot). Elles montrent une particularité fort intéressante : des dykes et des sills de syénite traversant les basaltes, montrant la possibilité de consolidation de roches grenues actuelles, sous une couverture de faible épaisseur. Les syénites passent même à des microsyénites quartzifères et à des granites à aegyrine.

Lors de son passage en 1930, E. Aubert de la Rüe étudie le Piton des Neiges, moins connu, et découvre un fragment de calcaire, seul échantillon de roche sédimentaire connu dans l'île, apporté sans doute de la profondeur au cours d'une éruption volcanique.

Pour compléter l'historique, rappelons encore que Lacroix a publié la succession des éruptions et la bibliographie du volcan de la Fournaise dans le *Bulletin volcanologique* (Naples) et des notes historiques dans le « Recueil trimestriel de documents et travaux inédits pour servir à l'histoire des Mascareignes françaises », qui parait à Saint-Denis de la Réunion depuis 1935.

BIBLIOGRAPHIE.

Lacroix (A.). — Le volcan actif de la Réunion et ses produits. 1 vol., 1936, 297 p., 68 pl., 1 carte.

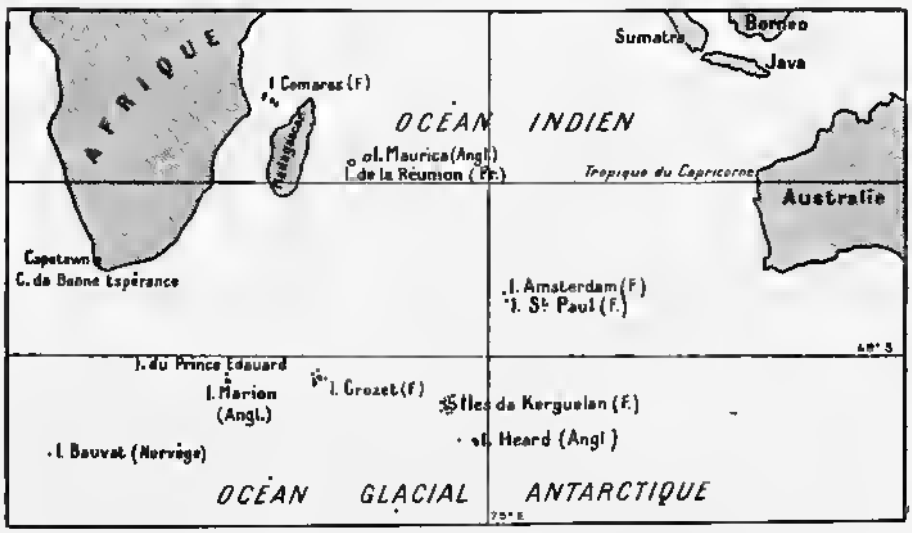


Fig. 20. — Carte des Iles de l'Océan Indien.

Source : MNHN, Paris

D. L'ANTARCTIDE FRANÇAISE : KERGUELEN, CROZET, PRINCE ÉDOUARD, SAINT PAUL, AMSTERDAM, TERRE ADÉLIE.

Ces terres strictement inhabitées dépendent administrativement de Madagascar.

1. Iles de Kerguelen.

Au XVIII[e] siècle, les navigateurs n'avaient qu'un espoir de nouveauté, la découverte d'une Terre australe inconnue (*Terra australis incognita*). Les navigateurs français y pensaient toujours dans la seconde moitié du siècle.

C'est ainsi que le capitaine Yves de KERGUELEN DE TREMAREC, chargé officiellement de chercher une nouvelle route entre l'île de France et l'Inde à travers l'Océan Indien, reçut l'ordre secret du Ministre de la Marine de rechercher aussi un continent qui pourrait se trouver dans les mers australes, entre Saint-Paul et le Pôle Sud.

Il partit sur le *Berryer*, le 1[er] mai 1771, fit escale à l'île de France où il rencontra MARION-DUFRESNE et CROZET, auxquels l'Intendant POIVRE venait de confier deux navires. Il obtient de changer son *Berryer* trop lourd contre deux « flûtes », la *Fortune* et le *Gros-Ventre*. Ils mettent à la voile le 16 janvier 1772. Le 13 février une côte est en vue, par 49°40' Sud et 64°10' Est, mais le temps est trop mauvais pour débarquer et dans la nuit du 17, la *Fortune* se trouve séparée du *Gros-Ventre*. KERGUELEN rentre directement en France, où il est félicité par le Roi, qui le nomme Chevalier de Saint-Louis et capitaine de vaisseau. Le *Gros-Ventre* n'était pas perdu et son commandant avait réussi à débarquer et à prendre possession de la nouvelle terre au nom du roi de France.

En mars 1773, KERGUELEN repart avec deux vaisseaux, le *Roland* et *l'Oiseau*, en prend un troisième au passage à Port-Louis le 16 octobre, fait escale à Bourbon et retrouve sa terre inconnue le 14 décembre. Il s'aperçoit alors que ce n'est qu'une grande île déserte, en reconnaît les mouillages et repart le 18 janvier pour Madagascar.

Le 24 décembre 1776, le capitaine COOK arrive sur les lieux, y mouille, retrouve les traces de son glorieux prédécesseur et donne à l'archipel le nom de Kerguelen. Le chirurgien de l'expédition, ANDERSON, parle de la flore et de la faune, ainsi que de la pauvreté du sol, car il a cherché vainement des minerais.

En dehors de quelques chasseurs de Phoques, personne ne vient dans cet archipel. Bien plus tard commence la période des grandes expéditions scientifiques.

En 1840, c'est J. C. ROSS avec l'*Erebus* et le *Terror*. Le Botaniste HOOKER y décrit 150 espèces végétales tandis que le médecin-géologue MAC CORMICK fait connaître la nature basaltique de l'île et découvre les bois fossiles du mont Havergal.

Source : MNHN, Paris

En 1874, c'est le *Challenger*, avec MOSELEY qui apporte de nouvelles observations, y compris sur une plus grande extension des glaciers dans le passé.

Si la France ne s'intéresse pas à son archipel austral, on le connaîtra tout de même, car les Anglais, les Allemands et les Américains vont y venir : les Allemands sur l'*Arcona* et la *Gazelle*, les Anglais avec le *Volage* et le *Supply*, les Américains ensuite avec le Dr KIDDER, les Allemands de nouveau avec le *Valdivia* d'abord, puis avec le *Gauss* et von DRYGALSKI en 1902. En 1893, tout de même, le gouvernement français avait envoyé l'aviso *Eure* réaffirmer la présence française, et cela sur les instances de M. DE MAHY, sénateur de la Réunion.

En 1893, deux Français, les frères H. et R. DE BOSSIERE demandèrent la concession de l'archipel pour cinquante ans.

En 1908-09, deux officiers de marine, M. et R. RALLIER DU BATY font des levers hydrographiques à bord du *J. B. Charcot* (voilier de 45 tonneaux), puis le second revient seul en 1913 à bord de la *Curieuse* (32 tonneaux, à moteur) achever le travail, une excellente carte et rapporter des matériaux géologiques importants, étudiés par A. LACROIX.

En 1923-24, c'est un Naturaliste du Muséum du Havre, Etienne PEAU, qui accompagne aux Kerguelen des chasseurs de Phoques, fait des observations et rapporte des collections. Il découvre des syénites.

En 1925, l'archipel est administrativement rattaché au Gouvernement général de Madagascar. Pour ordre évidemment, car il n'était point question (pas encore) de détacher plusieurs administrateurs pour surveiller une île déserte, uniquement peuplée de phoques, de lapins et d'oiseaux de mer...

C'est en 1928 que vont commencer les explorations d'E. AUBERT DE LA RUE. Le premier voyage a pour but d'entreprendre l'exploration géologique et minière complète de l'archipel pour le compte des Frères BOSSIÈRE. Accompagnant des chasseurs de phoques, sur l'*Austral*, E. AUBERT DE LA RUE et sa femme arrivèrent aux Kerguelen le 12 novembre 1928. Aidés par des baleiniers anglo-norvégiens, les deux voyageurs firent toutes sortes d'itinéraires jusqu'en février 1929 et rentrèrent en Europe sur le navire-usine anglo-norvégien *Radioléine*. En 1930, le Ministère des Colonies chargeait E. AUBERT DE LA RUE d'une mission géologique officielle, mais l'autorisation lui fut refusée de monter à bord de l'aviso *Antarès* qui se rendait dans les Terres australes... Par chance, la Société « La Langouste française » s'offrit à transporter AUBERT DE LA RÜE et sa femme. Ils séjournèrent seuls pendant plus de deux mois, lorsque l'*Austral* vint à Port-Jeanne d'Arc annoncer qu'aucune expédition ne viendrait l'année suivante. Le retour se fit donc sur l'*Austral* jusqu'à Madagascar.

Pendant ces voyages mémorables, E. AUBERT DE LA RÜE recueillit une quantité de matériaux et d'observations, qui firent l'objet d'une magnifique monographie de l'Archipel (et d'une Thèse) parue en 1932.

Sir Douglas MAWSON vint deux fois à bord du *Discovery*, en 1929

Source : MNHN, Paris

et en 1930, puis AUBERT DE LA RUE y retourna en 1949 et 1951-52 à la demande de l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer, représentant la science française parmi une mission administrative et militaire, extraordinairement importante (au point de vue numérique).

2. Archipels Crozet et du Prince Edouard.

En 1771, un officier de marine, Nicolas Thomas MARION-DUFRESNE, rentrant de Tahiti, séjournait dans l'île Bourbon, rêvant lui aussi de trouver des terres inconnues dans les mers du Sud.

L'Intendant POIVRE mit à sa disposition deux navires, le *Mascarin* et le *Castries*, qu'il commandera avec son lieutenant CROZET. Ils iront vers le Sud-Ouest, laissant le Sud-Est au chevalier de KERGUELEN.

Le 13 janvier 1772, il voit deux îles volcaniques et désertes qu'il nomme : Terre de l'Espérance et Ile de la Caverne (c'est l'archipel du Prince Edouard). Le 23 janvier, bien plus à l'Est, mais toujours entre 45° et 46° de latitude Sud, il voit d'autres îles qu'il baptise Ile de la Possession et Ile de l'Est. CROZET y débarqua et laisse un drapeau et un manuscrit.

De là, MARION et CROZET s'en furent en Nouvelle Zélande. MARION et quatorze de ses matelots y furent assassinés lors du débarquement.

En 1776, COOK retrouve ces îles et leur donne les noms de MARION et CROZET.

Il s'agit en fait de deux archipels : Prince Edouard et Crozet.

L'Archipel du Prince Edouard comprent deux îles : Marion et Prince Edouard. Possession française incontestée jusqu'en 1900 et portée comme telle sur tous les Atlas, elle y figure ensuite comme possession britannique, à la suite, paraît-il, d'une manifestation d'indifférence d'un ministre français. En 1938, le Ministère des Colonies ne peut dire au professeur R. JEANNEL à qui ces îles peuvent bien appartenir...

La seule expédition scientifique qui s'y soit intéressée au XIX^e^ siècle est celle du *Challenger* en 1874, ce qui permit à son géologue J. Y. BUCHANAN de débarquer sur la côte Nord-Est de l'île Marion et d'y recueillir des basalles qui seront décrits par A. F. RENARD, en 1887, puis par A. LACROIX en 1923 (Minéralogie de Madagascar, t. 3, p. 239).

En janvier 1939, le *Bougainville*, en route pour les Kerguelen, s'arrête devant l'île Marion. R. JEANNEL y recueille des insectes, et des basaltes qui seront décrits par A. LACROIX (1940).

L'Archipel Crozet comprend l'Ile de la Possession, l'île de l'Est, l'île aux Cochons, les 12 Apôtres, l'île des Pingouins.

Des phoquiers américains s'installèrent sur la Possession en 1802. En 1837, la corvette *l'Héroïne* y croise et réaffirme la possession française. En 1876 et les années suivantes, l'Amirauté britannique y installe un dépôt de vivres. En 1887, la *Meurthe* vient y planter le drapeau français pour la troisième fois.

Source : MNHN, Paris

L'Expédition antarctique allemande y passe en 1901. La géologie de la Possession est étudiée par E. PHILIPPI et les roches par R. REINISCH.

En 1930, c'est l'Expédition antarctique australienne, qui débarque sur la côte Nord-Est et Sir Douglas MAWSON y récolte des basaltes étudiés par G. W. TYRRELL. L'*Antarès* y vient en 1931, puis le *Bougainville* en 1939. Les roches recueillies par R. JEANNEL sont décrites par A. LACROIX en 1940 ; ce sont des basaltes, des basanitoïdes et des ankaramites.

En 1950, E. AUBERT DE LA RUE débarque à son tour, y compris sur l'île de l'Est, observe les basaltes en place et signale des vallées en auge caractéristiques d'une ancienne glaciation.

3. La Nouvelle Amsterdam.

L'île de la Nouvelle Amsterdam, dite plus simplement : Amsterdam, se trouve dans le Sud de l'Océan Indien, par 38° de latitude Sud.

Cette île d'accès difficile fut découverte le 18 mars 1522 par Sebastien del CANO, un des compagnons de MAGELLAN, rentrant en Europe après la mort du grand navigateur. Personne ne put y aborder. Elle ne reçut son nom que plus tard, du Gouverneur VAN DIEMEN qui se rendait à Java en 1633 sur le bateau *Nieuw Amsterdam*. W. VLAMING, navigateur hollandais, réussit à y débarquer en 1696. D'ENTRECASTEAUX l'aperçut en 1792 alors qu'il était à la recherche de l'expédition de LA PÉROUSE. La prise de possession par la France date de 1843, encore fut-elle faite au nom de l'île Bourbon.

Charles VÉLAIN, venant de Saint-Paul, séjourna plusieurs jours à Amsterdam et en donna, le premier, une description intéressante, en 1874. Il en montra l'origine volcanique, essentiellement basaltique.

En 1893, l'aviso *Eure* y fait un nouvel acte de prise possession.

Diverses expéditions scientifiques y passent, entre autres celle du *Gauss*, dont les matériaux sont étudiés par REINISCH et PHILIPPI.

En 1931, E. AUBERT DE LA RUE en fait l'étude, complètant les observations de VÉLAIN. L'île montre un profil presque tabulaire. Par suite de l'effondrement de la moitié occidentale de l'île, les falaises de l'Ouest sont abruptes et atteignent 600 m de hauteur. L'ancien cratère, situé à 800 m, est encombré d'étangs et de tourbières. Sur le versant oriental, l'auteur a observé des cônes adventifs bien conservés et des coulées basaltiques assez récentes, avec des grottes de laves nombreuses et profondes.

4. Saint-Paul.

L'Ile Saint-Paul se trouve à une centaine de kilomètres au Sud d'Amsterdam, par 38°43' de lat. Sud et 77°30' de long. Est. Cette île de 7 km² semble avoir été découverte par un navigateur portugais du XVI° siècle, qui lui donna le nom de son navire, Sao Paulo.

Source : MNHN, Paris

Vlaming y descendit en 1696, puis l'île reçut un certain nombre de visites et de naufragés, car elle se trouvait sur le chemin de l'Europe à Java, qui passait alors par le Cap de Bonne Espérance.

En 1792, le capitaine Péron de Brest y fit un séjour, se livrant à la chasse aux phoques, puis le Gouverneur de l'île Bourbon en fit prendre possession en 1843, en même temps que d'Amsterdam. Des pêcheurs créoles s'y installèrent ainsi qu'une petite garnison d'infanterie de marine. Celle-ci dut partir dès l'année suivante, car la Métropole ne voulait absolument pas prendre en charge cette nouvelle colonie (et ne le fit qu'en 1893).

Des expéditions scientifiques s'y arrêtèrent : la *Novara* en 1857 et bien plus tard le *Valdivia*, en 1898.

C'est là que vint s'établir en 1874, pour plusieurs mois, la Mission astronomique française qui devait observer le passage de Vénus devant le Soleil. Ch. Vélain accompagnait l'expédition et put donner la première description de l'île montrant que c'était un volcan insulaire, avec effondrement d'une moitié de l'île et invasion de la mer dans le cratère transformé en baie et port naturel.

En 1903, le *Gauss* y recueillit des matériaux publiés par Drygalski et Reinisch.

En 1928 et 1931, E. Aubert de la Rüe visite l'île à trois reprises et en complète la description.

BIBLIOGRAPHIE.

Velain (Ch.). — Les Iles Saint-Paul et Amsterdam. *Ann. Géogr.*, Paris, 1892-93, t. 2, pp. 329-354, 8 fig.

Aubert de la Rüe (E.). — Observations sur la géologie de l'île Saint-Paul. *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 1931, pp. 206-208.

Aubert de la Rüe (E.). — L'île de la Nouvelle Amsterdam. *C. R. Congrès de* l'A.F.A.S., 1931, pp. 531-534.

5. Terre Adélie (Antarctide française).

Le 17 janvier 1840, la première expédition antarctique, commandée par Dumont d'Urville, se heurtait à une barrière de glace. L' « *Astrolabe* » et la « *Zélée* » continuant leur exploration arrivèrent en vue de côtes rocheuses, plus précisément granitiques, vers 66° de latitude Sud. Dumont d'Urville donne à ce territoire le nom de *Terre Adélie*. Une chaloupe débarque sur un îlot, le Rocher du Débarquement. Des échantillons de roches sont recueillis et étudiés par J. Grange. Ils sont publiés dans les deux volumes consacrés à la Géologie, Minéralogie et Géographie physique du *Voyage au Pôle Sud et dans l'Océanie sous le commandement de* J. Dumont d'Urville (Paris, 1848-54).

Dumont d'Urville n'osait point assurer qu'il s'agit d'un continent. Ce n'est qu'en 1886 que John Murray put l'affirmer pour la première fois.

Source : MNHN, Paris

L'Expédition antarctique française (1903-1905), puis la suivante (1908-10), toutes deux commandées par le Dr J. B. CHARCOT, purent recueillir quelques matériaux géologiques qui furent publiés par E. GOURDON en 1908 et en 1917.

Le 14 décembre 1911, AMUNDSEN arrive au Pôle Sud quelques jours avant SCOTT.

Ensuite, la reconnaissance scientifique de ces terres lointaines est due à des expéditions anglaises et américaines, mais surtout à l'Expédition antarctique australienne de 1911-14, dirigée par Sir Douglas MAWSON, qui décrit les roches métamorphiques de la Terre Adélie. Les notes de F. L. STILLWELL (1918), C. E. TILLEY (1923), A. L. COULSON (1925) complètent la série.

L'ensemble du continent est reconnu peu à peu. On y trouve du Cambrien marin, du Silurien et du Dévonien, puis une série de dépôts continentaux à charbon (Gondwana), puis du Crétacé marin dans les archipels voisins (Géorgie du Sud).

Rappelant ses droits, la France annexe officiellement la Terre Adélie, par décret du 27 mars 1924. Puis, tout le monde s'intéressant de plus en plus au continent antarctique, un nouveau décret paraît au *Journal Officiel* du 6 avril 1938 (avec rectificatif le 14 avril), précisant l'extension des territoires français. « Les limites des territoires français de l'Antarctide ont été fixés comme suit : Article 1er, Les îles et les territoires situés au Sud du soixantième parallèle de latitude Sud et entre les cent trente sixième et cent quarante deuxième méridiens de longitude Est de Greenwich relèvent de la souveraineté française ».

En janvier-février 1950, un Officier de la Marine française, P. TCHERNIA, recueille des échantillons au Cap Margerie et au Cap Géologie. Ils sont décrits par E. AUBERT DE LA RUE dans une note à l'Académie des Sciences de 1951. Ce sont surtout des granites, des paragneiss et des amphibolites (conservés au Muséum national d'Histoire naturelle).

En 1952, W. FAIRBRIDGE publie une vue d'ensemble sur l'Antarctide.

Les « Expéditions polaires françaises » n'ont pas négligé l'Antarctide malgré ses difficultés, mais aucun renseignement géologique n'a été encore publié, à ma connaissance.

BIBLIOGRAPHIE.

FAIRBRIDGE (Rhodes W.). — The Geology of the Antarctic. *in* The Antarctic Today, Wellington, 1952, pp. 56-101, 16 fig.

Source : MNHN, Paris

IX. ÉTABLISSEMENTS FRANÇAIS DE L'INDE (1642-1954).

Les Etablissements français de l'Inde, petit souvenir historique d'une époque glorieuse, n'ont jamais intéressé l'administration métropolitaine et aucun géologue français n'y fut jamais envoyé.

A ma connaissance, les premiers renseignements datent de 1810, lorsque le capitaine John WARREN signale les bois silicifiés de Trivicary, aux environs de Pondichéry.

En 1829, les officiers de la frégate *La Chevrette* offrent une collection de roches au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. Cette collection fut suivie de celle de M. HUGOT en 1836, puis de celle d'Eugène CHEVALLIER, Officier à bord de la *Bonite*.

En 1840, le capitaine NEWBOLD parle à son tour des bois silicifiés des environs de Pondichéry dans le *Madras Journal of Literature and Science*, qui publie également un article de KAYE sur les fossiles recueillis par lui-même et CUNLIFFE, son collègue de la Municipalité de Madras. Les fossiles seront étudiés par le paléontologiste FORBES.

Des collections arrivent toujours au Muséum de Paris : des fossiles crétacés et des bois silicifiés recueillis par FONTANIER (1843).

En 1844, CORDIER et RAULIN décrivent les roches recueillies par E. CHEVALLIER qui publie le « Voyage de la *Bonite* ».

La même année, puis en 1846 et 47, FORBES et EGERTON publient à leur tour dans le *Quarterly Journal* de la Société Géologique de Londres les fossiles recueillis par KAYE et CUNLIFFE. Les fossiles sont datés du Crétacé supérieur et les espèces nouvelles sont nommées.

Quelques mois plus tard, D'ORBIGNY publie les fossiles de FONTANIER, mais après FORBES et encore sont-ils publiés par erreur sous le nom de fossiles crétacés du Chili, parmi les matériaux scientifiques de l'*Astrolabe* et de la *Zélée* (qui d'ailleurs ne sont jamais passées à Pondichéry). Le 1er mars 1847, D'ORBIGNY renonce en faveur de FORBES à la priorité des dénominations des espèces nouvelles de l'Inde française.

De 1858 à 1860, les territoires français de Pondichéry et de Karikal bénéficient des explorations régulières du *Geological Survey of India*. Les récoltes se trouvent incluses dans le grand travail de BLANFORD et de STOLICZKA sur les faunes crétacées du Sud de l'Inde, inaugurant la fameuse série de *Palaeontologia indica* (1861 à 1873).

En 1889-90, l'Abbé LÉVEILLÉ, Professeur au Lycée de Pondichéry présente à la Société Géologique de France une note sur la géologie de Pondichéry tandis que son Confrère, l'Abbé WATHELET envoie au Muséum les échantillons provenant d'un sondage.

Source : MNHN, Paris

En 1894, devant l'intérêt considérable des faunes crétacées de Pondichéry, le *Geological Survey of India* envoie le Dr WARTH compléter les récoltes qui seront étudiées par F. KOSSMAT de 1895 à 1897 dans des Mémoires célèbres.

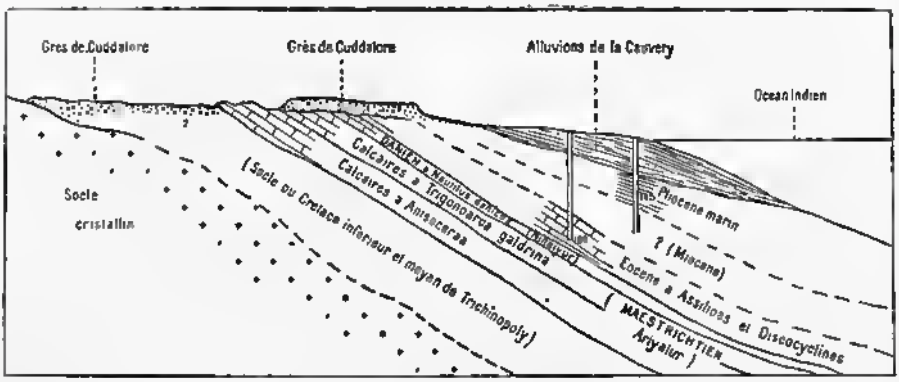


FIG. 21. — Coupe géologique dans la région de Pondichéry, Inde française (R. FURON, 1941).

Dans le même temps, en 1895, A. BONNET achetait dans une vente aux enchères, des sacs de coquilles provenant, disait l'étiquette, d'un sondage exécuté à Karikal en 1884. COSSMANN les étudia et publia son Mémoire sur la faune pliocène de Karikal dans le *Journal de Conchyliologie*. Ce furent d'abord les Gastéropodes, en 1900-1902, puis les Lamellibranches 22 ans plus tard (en 1924), ce qui permit d'écrire (à tort) que la collection ne contenait que des Gastéropodes.

Un sondage fut exécuté à Pondichéry en 1905, dont le Gouverneur LEMAIRE envoya les échantillons au Muséum.

On ne parlera plus de la géologie des Etablissements français de l'Inde jusqu'en 1938, date à laquelle R. FURON et P. LEMOINE, procédant à la revision des matériaux coloniaux du Muséum, y découvrirent le Nummulitique fossilifère à Assilines et Discocyclines de Pondichéry, dont on ignorait complètement l'existence.

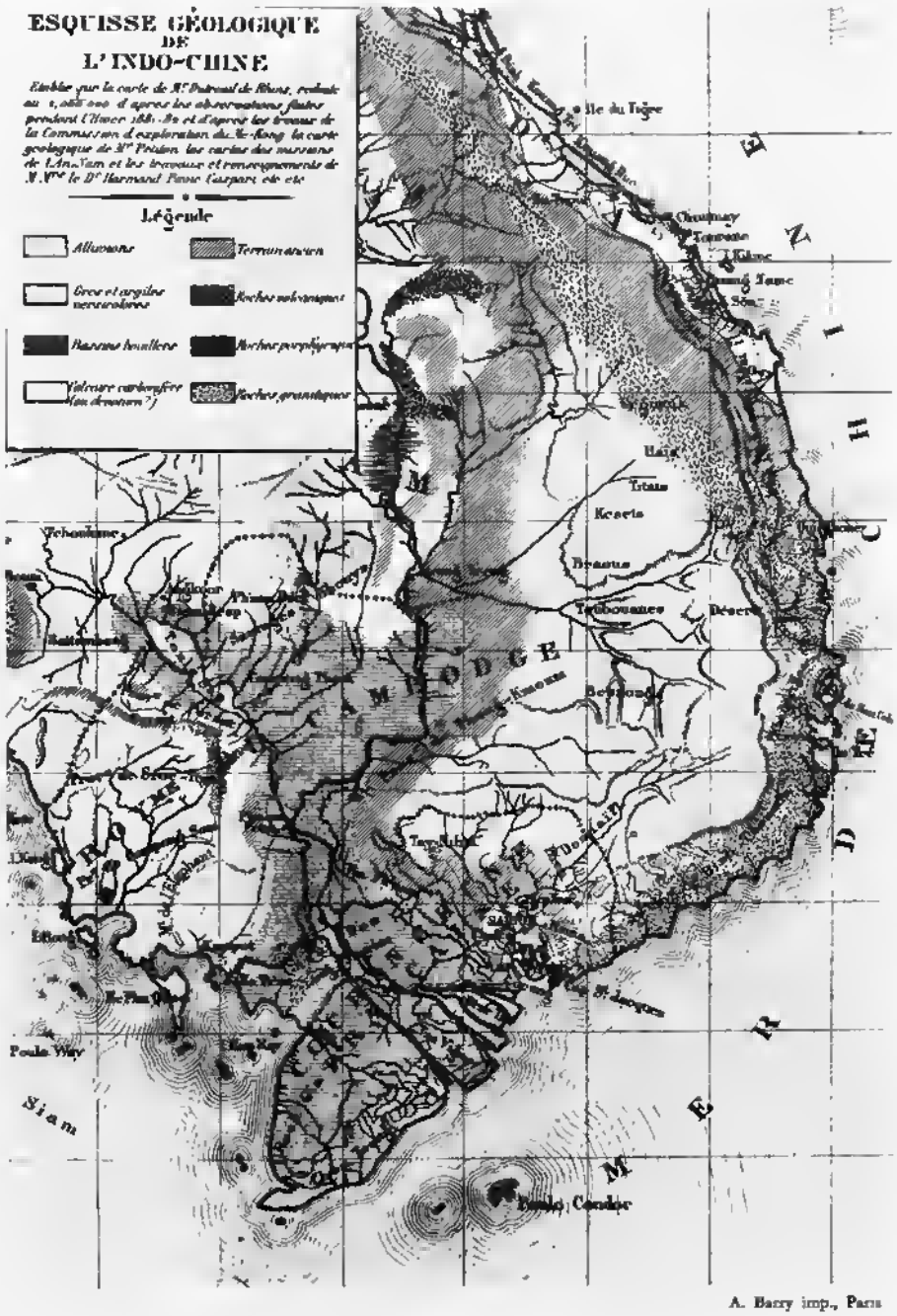
En 1938-39, L. Rama RAO publie les Algues crétacées et tertiaires de Pondichéry, puis l'ensemble des connaissances acquises est résumé dans un petit Mémoire de R. FURON, publié en 1941 par le Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales.

En 1954, ces petits territoires rentrent dans le sein de l'Union Indienne.

BIBLIOGRAPHIE.

FURON (R.). — Géologie de l'Inde orientale française. *Publication du Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales*, 1941, n° 17, 26 pages, 2 pl.

Source : MNHN, Paris



Carte géologique de l'Indo-Chine, dressée par E. FUCHS et E. SALADIN
(Annales des Mines, 1882).

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU
MUSÉUM
D'HIST.
NATUR.

Source : MNHN, Paris

X. INDOCHINE (1858-1954).

L'Union française au 18e siècle. Le 19e siècle. De 1900 à 1920 : Deprat et Mansuy. Depuis 1920 : Jacob et Dussault, F. Blondel, F. Fromaget, E. Saurin. Le Permo-Trias à Glossopteris et Dicynodontes. Les grès continentaux post-triasiques. Le Néogène. La structure de l'Indochine. Géologie appliquée (Charbons du Tonkin, Etain, Tungstène et Uranium). Bibliographie.

L'Union française au XVIIIe siècle.

Pour avoir appartenu à la Chine jusqu'au Xe siècle, l'Indochine eut à souffrir deux invasions du temps du Grand Khan Koubilai à la fin du XIIIe siècle. Les Empereurs de Chine ont toujours considéré les Empereurs d'Annam comme leurs vassaux. C'était l'époque de Marco Polo, qui d'ailleurs visita le Tonkin et l'Annam.

Nous passerons sur ces vieux temps qui ne nous apprennent rien sur la géologie et les ressources minières, mais nous nous arrêterons un moment sur le nom du grand voyageur Français, Pierre Poivre. Né à Lyon en 1719, Pierre Poivre partit pour la Chine en 1741. A Canton, on le mit en prison par erreur et il en profita pour apprendre le Chinois et se documenter sur la situation économique. En 1744 et 45, il séjourna en Annam et étudia les possibilités du pays. Retournant en France, son bateau fut attaqué par les Anglais et il perdit un bras dans l'affaire. Débarqué à Batavia, puis au Siam, il continue ses observations et rentre en France en 1749, mais il subit une nouvelle attaque des Anglais. Il arrive tout de même à Paris en 1748 et propose à la Compagnie des Indes d'établir des comptoirs en Cochinchine. Il arrive à Faïfo, dans la baie de Tourane en 1749. Il se rend à Hué, rencontre l'Empereur, et obtient après de longues tractations l'autorisation de commercer dans le royaume, ouvert pour la première fois aux Européens. Il quitte la Cour de Hué porteur d'une lettre de l'Empereur Vo Yuong au Roi Louis XV, lui demandant son amitié et disant « qu'à l'avenir les royaumes de France et de Cochinchine ne devraient plus faire qu'un seul état, une seule nation ». Tel fut le prototype de l'Union Française.

Le XIXe siècle.

Des luttes intestines mettaient toujours aux prises les clans annamites lorsque l'Evêque d'Adran, Mgr Pigneau de Behaine soutint le

Source : MNHN, Paris

prétendant Gia Long qui réussit à se maintenir sur le trône d'Annam de 1802 à 1820. En remerciement, il accorda à la France quelques menus avantages pour les missionnaires et le commerce. Malheureusement ses successeurs reprirent la politique traditionnelle, xénophobe et fanatique, massacrant les Chrétiens en diverses circonstances.

Français et Espagnols firent diverses remontrances à la Cour de Hué, qui n'en tint aucun compte, et finalement ils envoyèrent une petite flotte à Tourane, sous le commandement de l'Amiral Rigault de Genouilly. Tourane fut bombardée, Saïgon occupée en 1858 et une partie de la Cochinchine en 1859. Un traité fut signé en 1862. L'Empereur d'Annam cédait à la France une partie de la Cochinchine et le port de Tourane.

Les premiers renseignements géologiques et miniers concernant la Cochinchine et l'Annam paraissent dus à un Français, C. J. Arnoux, dans ses lettres à Dufrénoy et Elie de Beaumont, transmises à l'Académie des Sciences entre 1852 et 1860. De 1858 à 1861, un Naturaliste français, Mouhot, chargé de mission par les Sociétés de Géographie et de Zoologie de Londres, visite le Cambodge et le Laos, découvre les ruines d'Angkor et laisse une relation de ses voyages dans le *Tour du Monde* de 1861-63.

La Cochinchine est maintenant sous le Gouvernement des Amiraux et on cherche une voie d'accès pratique vers la Chine méridionale, vers le Yunnan, dont le commerce se développe. La voie la plus proche est le Mékong. En 1866-68, Doudart de Lagrée et Francis Garnier en remontent le cours avec difficulté du fait des nombreux rapides dont on ignorait l'existence. Francis Garnier publie ses observations de 1869 à 1873, augmentées des remarques géologiques faites par le Dr Joubert, Médecin de la Mission.

Il devient évident que la meilleure voie d'accès au Yunnan n'est pas le Mékong, mais le Fleuve Rouge, au Tonkin.

En 1869-70, nous trouvons un Ingénieur des Mines, A. Petiton, qui fait un voyage rapide à Pnom Penh, Pursat et Battembang et publie quelques notes entre 1880 et 1895.

Un négociant français, Jean Dupuis, s'intéresse au Fleuve Rouge et tente de le remonter avec un convoi destiné au Vice-Roi du Yunnan. Annamites et Chinois se disputent le pays et les mandarins locaux provoquent tant de difficultés que le Gouvernement français intervient et que Francis Garnier occupe le delta du Fleuve Rouge dans l'hiver 1872-73 et y trouve la mort. L'année suivante un traité est signé avec l'Empereur d'Annam, ouvrant Haïphong et Hanoï au commerce international.

Le Traité ne fut pas respecté, ce qui provoqua un conflit avec l'Annam et avec la Chine, qui finit par renoncer à ses droits sur le Tonkin, qui fut occupé difficilement, malgré l'opinion publique française parfaitement hostile à cette conquête.

Pendant ce temps-là, en 1863, le Roi du Cambodge avait accepté le Protectorat de la France, pour éviter ses deux ennemis séculaires, les Siamois et les Annamites.

Source : MNHN, Paris

En 1876, l'Empereur d'Annam demanda des Officiers de Marine pour commander les bâtiments de guerre dont la France lui avait fait cadeau. J. L. DUTREUIL DE RHINS fut l'un de ces officiers et on lui doit un ouvrage remarquable sur le Royaume d'Annam et les Annamites, avec quelques renseignements sur les ressources minières connues à cette époque.

Nous arrivons à l'époque de la Mission PAVIE qui va étudier le pays pendant 15 ans, utilisant 40 collaborateurs (dont le géologue COUNILLON) et étendant pacifiquement l'influence française. Les résultats considérables de cette mission ont été publiés en sept volumes (de 1879 à 1895) augmentés d'une carte générale de l'Indochine au 1.000.000e.

En 1876, F. RATTE découvre la pagodite de Pursat et les calcaires de Kampot. Le futur Général JOURDY publie ses observations géologiques sur l'Est du Tonkin. En 1881, le Gouverneur LE MYRE DE VILERS charge deux Ingénieurs, E. FUCHS et E. SALADIN d'étudier les gîtes minéraux de l'Annam et du Tonkin. Les résultats de cette mission sont publiés dans les *Annales des Mines* de 1882 avec une carte géologique au 12.000.000e. Les végétaux fossiles des charbons sont étudiés par ZEILLER.

En 1887, l'Union Indochinoise est constituée et se complète en 1889 par l'adhésion volontaire du Laos.

Un Ingénieur, J. M. BEL prospecte l'Annam et le Laos.

En 1898, Paul DOUMER, Gouverneur Général de l'Union Indochinoise, crée le Service Géologique de l'Indochine et en confie la direction à COUNILLON, le Géologue de la Mission PAVIE.

De 1900 à 1920 : DEPRAT et MANSUY.

Dès la création du Service géologique, une première équipe arrive en Indochine. On y trouve d'abord H. COUNILLON, puis H. MANSUY et H. MONOD. Le Service s'équipe sous la Direction de H. LANTENOIS, Chef du Service des Mines et se trouve en liaison étroite avec le Service Géographique, ce qui lui valut le concours régulier d'Officiers tels que G. ZEIL d'abord, puis L. DUSSAULT ensuite, et d'autres.

En 1904, René de LAMOTHE († à la guerre de 1914-18) fit un voyage au Cambodge et au Laos, qui présente une particularité sans doute unique dans les annales géologiques : *il le fit entièrement à dos d'éléphant*, seul mode de transport possible dans la région étudiée. Les résultats en furent publiés en 1907, puis après sa mort. R. DE LAMOTHE envisageait déjà deux séries de mouvements tectoniques, avant et après le dépôt des calcaires paléozoïques.

Le grand essor commence avec l'arrivée de J. DEPRAT, qui fut Chef du Service Géologique de 1909 à 1918. Déjà connu par ses travaux sur la Corse et la Grèce, J. DEPRAT fut le grand explorateur de l'Indochine (et du Yunnan voisin). On lui doit des découvertes essentielles : celle du Cambrien du Tonkin septentrional, du Dévonien de la Rivière Noire, des couches à *Gigantopteris* du Yunnan, etc. Ses grands Mémoi-

Source : MNHN, Paris

res sur la Géologie du Tonkin et du Yunnan restent classiques. Parmi toutes ses récoltes paléontologiques, il étudia lui-même les Fusulinidés de l'Ouralo-Permien.

Aprés un séjour épuisant, 9 ans sans pouvoir rentrer dans la Métropole du fait de la guerre, J. DEPRAT, en butte á la médisance et á la jalousie des médiocres, renonça á la géologie. On rend maintenant hommage aux travaux de cet homme étonnant qui consacra la derniére partie de sa vie á la Littérature avec le même bonheur qu'il en avait consacré la premiére partie á la Science. Il devint l'illustre romancier Herbert WILD et l'un de ses premiers livres fut un roman à clef, bien connu des géologues : « *Les Chiens aboient* ». C'est un tableau fort vivant du milieu géologique et mineur de cette époque qu'il fallait rappeler ici, car il appartient á la petite histoire de la géologie indochinoise. J. DEPRAT, *alias* Herbert WILD, devait mourir victime d'un accident de montagne un peu avant la guerre de 1939.

Sauf les Fusulinidés, tous les fossiles recueillis en Indochine par DEPRAT et par tous les autres géologues, furent étudiés par H. MANSUY.

MANSUY fut une autre figure de cette époque. Il était devenu Paléontologiste sans passer par l'Université. Ouvrier coupeur en drap jusqu'á l'âge de 43 ans, c'était un amateur passionné qui consacrait tous ses loisirs á l'étude de la géologie et de l'anthropologie, suivant les cours du Muséum et publiant même (sans les signer) de petits articles dans la *Revue d'Anthropologie*. Il arriva en Indochine en 1901 (á l'âge de 45 ans) et y resta 15 ans, se consacrant surtout á la Paléontologie. Il publia de grands Mémoires classiques sur les fossiles de la Mission DEPRAT, sur la Faune des calcaires á *Productus* de l'Indochine (138 espéces). Il étudia lui-même une partie du Tonkin et du Laos (1912).

On lui doit aussi l'organisation d'une collection d'échantillons géologiques et d'un Musée d'Histoire naturelle á Hanoï. Il recueillit d'abord ce qu'il put retrouver des matériaux de l'ancienne « Mission scientifique permanente » de BOUTAN, y ajouta ses propres récoltes et tout ce qui arrivait á Hanoï. Cela le conduisit á publier en 1919 un « Catalogue général par terrains et par localités des fossiles recueillis en Indochine par les géologues du Service géologique et par les Officiers du Service géographique au cours des années 1913-18 », avec un Supplément en 1920, incluant les collections du Yunnan.

De cette même époque date le gros Mémoire de R. ZEILLER sur la Flore fossile des Charbons du Tonkin, paru en 1903. Il reprend ses études antérieures et figure les 54 espéces de la flore de Hongay. Toutes comparaisons bien établies, ZEILLER attribue á cette flore un âge Rhétien, ce qui semble être confirmé lorsque DEPRAT découvrit en 1913 une flore du même type prés de Chiné (Tonkin Sud) avec un niveau à *Myophoria* (déterminée *napengensis* par MANSUY), comparable à celui du Rhétien de Birmanie.

Encore en 1903, G. H. MONOD avait trouvé de curieuses Fusulines à Pong-oua, près de Luang Prabang (Laos) et H. LANTENOIS en trouve

Source : MNHN, Paris

d'autres en 1905, sur la Feuille de Langson. H. Douvillé les publie en 1906 et croit déjà pouvoir établir une stratigraphie de l'Ouralo-Permien, basée sur ces Foraminifères.

En 1907, G. Zeil étudie le Haut-Tonkin et y trouve des calcaires à Brachiopodes, des calcaires à Productus qu'il estime transgressifs sur un substratum plissé. Il signale la nature granitique du Pia Bioc, qui fera par la suite l'objet de discussions, lorsque la mode des nappes de charriage déferlera sur l'Indochine.

H. Lantenois qui avait consacré les premières années de son séjour à étudier les gîtes minéraux, donne une vue d'ensemble sur la géologie de l'Indochine, avec une Carte du Tonkin au 1.500.000e, puis il publie en collaboration avec Counillon, Mansuy, Zeiller et Laurent, les Résultats de la mission géologique et minière du Yunnan méridional (1903-04). La géologie du Yunnan intéressait beaucoup les géologues de l'Indochine, puisque la France devait construire une voie ferrée reliant le Tonkin à la capitale du Yunnan. Dès 1901, A. Leclère avait déjà décrit les provinces chinoises voisines du Tonkin dans un travail de 200 pages paru aux *Annales des Mines*.

En 1909, J. Deprat arrive et prend ses fonctions de Chef du Service Géologique. Il signale tout de suite la présence de syénites néphéliniques au Tonkin, puis part en mission au Yunnan, en 1909-10. Il étudie ensuite le Tonkin, découvrant le Trias marin de Khoa-truong, à Cératites. Mansuy va au Laos. C'est de ces missions que proviennent les matériaux publiés dans les Mémoires du Service Géologique de l'Indochine de 1912 à 1914. Les études minéralogiques sont poursuivies par G. Dupouy. H. Counillon décrit la flore fossile des charbons de l'Annam, dans la région de Nong-son.

En 1915, J. Deprat publie à l'Académie des Sciences sa découverte du Cambrien marin, moyen et supérieur au Tonkin, au Kouang-si et au Yunnan.

L'année suivante, en 1916, arrive en Indochine une Botaniste. Attachée au Service Géologique, elle devait s'y consacrer à la Paléobotanique, ce qui présentait quelque difficulté, au moins par le manque de documentation. Mlle M. Colani s'intéressa plus particulièrement à la Préhistoire et à l'Ethnographie, après une incursion dans le domaine des Fusulines.

J. Deprat publie plusieurs feuilles de la Carte de l'Indochine au 100.000e, découvre le Gothlandien dans le Haut-Tonkin, puis le Cambrien inférieur au Yunnan, le Permien à Hongay, explique les rochers de la baie d'Along. Il s'agirait à Along comme pour d'autres lieux, d'une topographie ancienne enfouie sous les grés continentaux secondaires et tertiaires et remise à jour par l'érosion plio-pléistocène.

La dernière note de Deprat montre l'évolution du relief et les lignes directrices de l'Asie sud-orientale, dans leurs rapports avec les éléments anciens et les géosynclinaux.

En 1917, F. Priem décrit les Poissons fossiles du Laos, découverts par H. Roux dans des dépôts lacustres attribués au Néogène, et en

Source : MNHN, Paris

1918, J. GIRAUD publie ses observations sur trois feuilles du Nord-Est du Tonkin, signalant en particulier un beau Silurien à Graptolithes.

Depuis 1920.

Dans la première période de l'après-guerre de 18, le Service Géologique sera dirigé pendant trois années par Ch. JACOB, puis pendant trois autres années par le Commandant DUSSAULT. Tous deux étudient le Nord de l'Indochine, ainsi que R. BOURRET, puis le Capitaine PATTE qui commence par étudier la Préhistoire, puis l'Ile des Cendres (1923). Pendant ce temps H. MANSUY et M^lle^ COLANI continuent leurs travaux de Paléontologie.

En 1925, Ch. JACOB donne une vue d'ensemble de la géologie de l'Indochine dans le Livre Jubilaire de VERBEEK.

La même année le Service Géologique passe aux mains de F. BLONOEL (1925-1929). Il sera remplacé lui-même par J. FROMAGET, qui restera plus de 20 ans en Indochine. Le Service marque une activité grandissante. La nouvelle équipe comporte quelques anciens comme R. BOURRET et le Capitaine PATTE, auxquels viennent s'adjoindre Jean GÜBLER, J. H. HOFFET et Etienne SAURIN.

Suivant le plan de F. BLONDEL, les levés s'étendent vers le Sud.

En 1927, E. PATTE passe sa Thèse de Doctorat, sur la géologie de l'Est du Tonkin, et FROMAGET soutient la sienne sur le Nord de l'Indochine centrale. F. BLONDEL s'est intéressé à des problèmes nouveaux pour l'Indochine ; il a préparé un inventaire des sources thermales et commencé l'étude des altérations superficielles, des volcans récents, puis il donne un état de nos connaissances géologiques sur l'Indochine en 1929, avec une carte au 4.000.000^e^.

Il donnera par la suite une série de Notes et de cartes sur les ressources minières et encore une vue d'ensemble en 1932, tandis que Ch. JACOB parlerait de la géologie. A. LACROIX avait bien entendu décrit des minéraux et des roches d'Indochine. En 1929, il s'intéresse vivement aux tectites et finit par leur consacrer 2 Mémoires en 1932 et en 1935. Un autre (de 1933) décrit les roches éruptives de l'Indochine et débute par un chapitre fort nouveau sur la classification et la nomenclature des roches éruptives en général. Ce chapitre bien connu des spécialistes, a été mis en circulation sous forme de tiré à part, et il est bien souvent recherché sans qu'on en soupçonne même l'origine.

Deux Thèses de Doctorat sont encore à signaler, celle de SAURIN sur le Sud Annam, la Cochinchine et le Cambodge oriental (1935) et celle de J. GÜBLER sur le Cambodge occidental. On doit encore à J. GÜBLER un Mémoire sur les Fusulinidés du Permien, plusieurs Feuilles au 500.000^e^ (dont celle de Saïgon en collaboration avec F. BONELLI et E. SAURIN), la découverte d'un granite post-triasique. Il devait mourir quelques années plus tard au Maroc.

E. PATTE continua ses études de Préhistoire et publia des travaux

Source : MNHN, Paris

sur les Mammifères fossiles, jusqu'en 1936. Il fut nommé par la suite Professeur de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Poitiers.

L'œuvre de J. FROMAGET est considérable, plus de 50 Notes et Mémoires sur l'Indochine, sa géologie, sa structure et sa préhistoire. Il découvre la flore à *Gigantopteris* dans le Laos et montre l'importance des phénomènes géologiques récents, en liaison avec la préhistoire. On lui doit des travaux synthétiques sur l'évolution structurale et paléogéographique (1934) (1938) et la très belle carte géologique de l'Indochine, au 2.000.000e publiée en 1937, en collaboration avec F. BONELLI, J. HOFFET et E. SAURIN, puis enfin en 1941, un dernier Mémoire sur l'« Indochine française, sa structure géologique, ses roches, ses mines, et leurs relations possibles avec la Tectonique ».

Ainsi peu à peu, toute l'Indochine française a été découverte et cartographiée et c'est au cours de ce travail régulier que les grands problèmes se sont trouvés résolus. Nous allons en exposer brièvement deux, parce qu'ils montrent bien le développement d'une série de faits et d'idées se poursuivant sur 30 et 50 ans, avant d'arriver à une solution convenable.

LE PERMO-TRIAS A GLOSSOPTERIS ET DICYNODONTES.

La question du Trias prend une importance dominante, car elle touche la stratigraphie des charbons, la paléontologie et la tectonique. Tout est à reprendre.

En ce qui concerne les charbons, il était admis après les travaux de ZEILLER que leur flore était rhétienne. C'était la flore de Hongay, à *Glossopteris*, *Cladophlebis*, *Dictyophyllum*, *Schizoneura*, *Podozamites*, etc.

Toutefois, il y avait une note discordante, c'était celle de S. H. SCUDDER (*in* ZEILLER, 1903) qui ayant étudié les ailes de Blattidées de ces charbons, en avait conclu qu'elles ne pouvaient pas être plus récentes que le Trias ; ce qui parut tout-à-fait choquant à cette époque.

Ensuite, on avait trouvé des fossiles de type birman (ou soi-disant tels) décrits par MANSUY, dont *Myophoria napengensis* du Rhétien. DEPRAT retrouve l'espèce dans des schistes associés aux charbons de Chiné, dans le Sud du Tonkin, puis L. DUSSAULT sur la Rivière Noire, L. DUSSAULT et Ch. JACOB dans le Haut-Laos (1924). Dans les calcaires de Luang Prabang, les mêmes auteurs avaient découvert une Ammonite triasique, *Discophyllites Laubei*, dans des niveaux à Brachiopodes que MANSUY avait d'abord crus primaires, ensuite liasiques et enfin calloviens. Cela cadrait mieux avec les mêmes couches de Birmanie reconnues par les auteurs anglais comme bathoniennes.

La découverte de cette Ammonite certainement triasique dans les calcaires à Brachiopodes du Laos amena J. FROMAGET à reprendre toute la question, d'autant plus que E. PATTE affirmait avoir découvert une discordance entre ces niveaux et les grès continentaux du Sud-Est du Tonkin.

Source : MNHN, Paris

Des recherches entreprises amenèrent la découverte d'une riche faune triasique à *Discophyllites, Tibetites, Arcestes* et *Clydonautilus*. C'est du Carnien et du Norien. Quant aux couches à *Myophoria napengensis*, elles deviennent douteuses en même temps que la détermination de l'espèce, car L. DUSSAULT y découvre des Ammonites du Norien en 1929.

J. FROMAGET range donc sans hésitation les charbons de Hongay dans le Trias supérieur, dans le Norien.

D'autre part, Ch. JACOB, en 1920 et en 1925, avait discuté l'âge des mouvements majeurs de l'Indochine et cet âge avait été faussé par les déterminations qui mettaient les calcaires à Brachiopodes dans le Callovien. A la lumière de toutes ces nouvelles découvertes, Ch. JACOB définit l'âge des mouvements majeurs comme triasiques, du Trias supérieur, antérieurs au dépôt des Grès continentaux dont l'âge reste indéterminé.

L. FROMAGET, étudiant la vallée du Nam Ou (Haut-Laos et Tonkin) y trouve une magnifique série fossilifère donnant du Permien inférieur à *Gigantopteris nicotinaefoliae*, du Permien moyen et supérieur avec ces *Gigantopteris* accompagnés de *Pecopteris*, du Permo-Trias à *Gigantopteris* et *Schizoneura gondwanensis* et *Neuropteridium*, du Trias indéterminé. La série est particulièrement bien datée par les intercalations lenticulaires de calcaires à Fusulines depuis l'Ouralien jusqu'au Permien supérieur. La série de Nam Ou est recouverte *en discordance* par des schistes et les grès de Phong Saly, à *Glossopteris, Schizoneura, Gigantopteris* et *Dictyophyllum* que FROMAGET range dans le Norien.

Dans l'Est du Tonkin, l'Ouralien et le Permien sont marins (Ch. JACOB, E. PATTE et R. BOURRET), ainsi que la plus grande partie du Trias. Au Norien, les schistes et grès de Hongay se déposent. Après les mouvements du Trias, viennent de nouvelles couches à charbon, en discordance, à *Otozamites*, d'âge rhétien.

Dans le Nord-Est du Tonkin, R. BOURRET (Thèse, 1922) a constaté l'existence d'importantes éruptions volcaniques au Permo-Trias.

Cela complète le tableau de l'Indochine permo-triasique, l'*Indosinia* de FROMAGET, mais il y eut d'autres découvertes.

H. COUNILLON (de la Mission PAVIE) avait recueilli un fragment de crâne aux environs de Luang Prabang. Ce crâne fut déterminé en 1923 par J. REPELIN, comme celui de *Dicynodon incisivum*, nouvelle espèce, voisine de *D. orientalis* du Trias supérieur du Rengale. En 1937, J. PIVETEAU reprit le fossile, montra que loin d'être une espèce nouvelle, il est identique au *Dicynodon lacerticeps* du Karroo de l'Afrique du Sud. Il y a d'autres Dicynodontes aux Indes, en Chine, en Russie, en Europe occidentale.

Cet ensemble de flores et de faunes montrait clairement qu'il y avait des liaisons temporaires importantes entre la « Gondwanie » et l'Eurasie,

Source : MNHN, Paris

Les grès continentaux post-triasiques.

Ces grès continentaux ont une très grande importance sur le terrain, couvrant de très grands espaces au Laos, en Annam, au Cambodge et en Cochinchine. Même dans l'Est du Tonkin, on les trouve en discordance sur les niveaux à charbon de Hongay. Ils ont mille mètres d'épaisseur et contiennent tantôt du sel, tantôt des lignites. Ils sont rouges comme les grès continentaux du Trias.

Les fossiles y sont extrêmement rares : des *Estheria* et *Goniomya bisinuata* (?) dans le Nord, du Rhétien à *Otozamites* entre Kébao et Moncay, du Rhétien à *Clathropteris*.

Dans le Bas Laos, le complex de Nong Son, décrit par Zeiller, puis par Counillon, a été revu par J. Hoffet (1933). Au-dessus du poudingue de base, il y a des grès micacés, avec schistes et charbon. La flore à *Podozamites* ne contient plus d'espèces triasiques et reste bien considérée comme rhétienne. Au-dessus les grès et argiles rouges salifères, vont jusqu'auprès de Tourane. Ils paraissent passer au sommet à des marnes hettangiennes à *Polymorphites*.

En Cochinchine, il y a un niveau marin du Lias supérieur à *Hildoceras*. De ce fait, les Grès continentaux supérieurs étaient considérés soit comme liasiques, soit comme jurassiques *sensu lato*. On n'y trouve d'ailleurs pas de fossiles, sauf de place en place des Bois silicifiés.

Toutefois, les géologues qui avaient étudié le Siam, comme Credner par exemple, et y connaissaient bien ces mêmes grès rouges supérieurs, estimaient que leurs divers dépôts n'étaient pas contemporains et que ces couches rouges pouvaient monter jusqu'à la fin du Mésosoïque.

Cette opinion allait trouver une vérification en Indochine.

En 1936, J. H. Hoffet découvre du Crétacé supérieur dans le Bas-Laos, à Muong Phalane. Il s'agit de Sénonien saumâtre à Trigonoïdés, dans lequel il trouve une petite vertèbre caudale de Saurien. Mis en éveil par cette découverte, Hoffet prospecte toute la région pendant deux ans, trouve une centaine de kilogs d'ossements isolés et un fémur entier de Titanosaure. Une indication sensationnelle lui est donnée par les indigènes : il y a des ossements semblables en grande quantité à 50 km au Sud de Muong Phalane. Mais au dernier village avant le gisement, personne ne veut le guider, car il s'agit d'ossements de génies et le malheur s'abattrait sur ceux qui viendraient les enlever. Au prix d'une certaine somme d'argent, puis du sacrifice d'un buffle pour expier son sacrilège et celui des guides, Hoffet fut enfin conduit au cimetière des Dinosauriens. Hélas, ce n'étaient que des rochers sculptés par l'érosion. Toutefois, sur le chemin du retour, Hoffet trouve un mamelon bourré d'ossements ; il le fouille en février 1939, puis le décrit. Il s'agit de Titanosaures, que l'on connaît partout dans le monde, sauf en Amérique. C'est plus particulièrement le genre *Mandchurosaurus*, du Sénonien (1942), et plus particulièrement du Campanien. C'est une découverte très impor-

Source : MNHN, Paris

tante, montrant une fois de plus les relations de l'Inde, de la Chine, de l'Indochine et de Madagascar au cours du Crétacé.

En 1940, dressant un inventaire des fossiles-types de l'Indochine, J. H. HOFFET trouve dans les collections un Lamellibranche rapporté du Haut-Laos par le Commandant ZEIL et décrit par H. MANSUY comme *Goniomya bisinuata* (1912). Il s'agissait en réalité de *Trigonoides laotiae*, l'espèce découverte et décrite par HOFFET dans le Bas-Laos. Il était désormais acquis que le Sénonien continental et saumâtre s'étendait sur tout le Laos. Cette opinion fut d'abord mise en doute par FROMAGET, mais confirmée par la suite en 1943. Cela rencontrait bien l'idée exprimée par les géologues du Siam, disant que les couches rouges devaient monter bien plus haut que le Lias, « jusqu'au sommet du Mésozoïque ».

D'autres arguments allaient se présenter lorsque l'étude des bois silicifiés serait entreprise par un spécialiste, E. BOUREAU.

E. SAURIN, devenu Chef du Service Géologique d'Indochine et resté seul géologue au Vietnam, pensa à faire déterminer des bois silicifiés qu'il avait recueillis un peu partout dans ces grès supérieurs attribués au Lias.

Voici les résultats publiés par E. BOUREAU entre 1950 et 1953. Il y a d'abord une Araucariacée (*Xenoxylon latiporosum*) du centre de l'Annam et qui paraît être liasique. Puis, il y a un *Ficoxylon* du « terrain rouge » du Cambodge qui n'est pas liasique du tout, mais probablement éocène, au plus bas à la limite du Crétacé et de l'Eocène.

Après cette première surprise, il y eut un *Dipterocarpoxylon* provenant d'une brèche de surface à éléments de ces grès supérieurs attribués au Lias. Cette brèche, latéritisée se rapporte à une terrasse de 100 mètres au-dessus du Mékong. Le substratum immédiat étant de grès « liasiques », il était admis que le bois silicifié en question venait aussi des grès. Le lieu se situe aux environs de Kratie au Cambodge. Après comparaison avec les *Dipterocarpoxylon* antérieurement connus dans le monde, E. BOUREAU lui a donné le nom de *khmerinum* et lui assigne un âge Plio-Pléistocène. La famille des Diptérocarpoidées vit toujours en Malaisie, en Indonésie, en Indochine et en Chine.

Il est donc maintenant avéré que tes grès rouges continentaux post-triasiques sont bien de tous les âges, depuis le Rhétien jusqu'au Crétacé à Dinosauriens et même à l'Eocène.

LE NÉOGÈNE.

Il existe en Indochine une autre série continentale, d'origine lacustre en général et d'âge néogène, avec lignites, puis les calcaires de Yen-bay avec des Paludines.

Les documents étaient pauvres et incertains. E. BOUREAU y a déterminé quatre espèces d'arbres, d'après les fragments de bois silicifiés provenant des récoltes de SAURIN dans le Sud-Annam.

Source : MNHN, Paris

La structure de l'Indochine.

Au fur et à mesure des progrès de l'exploration géologique, les conceptions sur la tectonique de la presqu'île indochinoise se sont modifiées. Une autre cause se trouve dans la modification qui se faisait en Europe sur les données de la Tectonique. On renonçait aux nappes de charriage dont on avait abusé, on comprenait mieux le rôle des vieilles structures, figées, qui ne pouvaient plus se plisser, mais jouaient quand même un rôle dans l'édification des chaînes récentes.

Il fut donné à J. FROMAGET d'exposer en 1934 les grandes lignes de la structure de l'Indochine, en identifiant trois grands systèmes, comprenant cinq séries de plissements séparés par des discordances.

FROMAGET distingue un matériel précambrien (granites, gneiss et micaschistes), le matériel des Tonkinides (Cambrien à Gothlandien), le matériel des Annamides (Dévonien à Moscovien inférieur), le matériel des Indosinides (Moscovien supérieur à Trias), le matériel himalayen (Mésozoïque continental).

L'orogenèse des Tonkinides se place au Gothlandien, les Annamides hercyniennes se retrouvent un peu partout en Indochine. Les Indosinides représentent quelque chose de particulier ; leurs mouvements ont débuté avec le Trias et se sont terminés avec le Norien. Ce sont les « mouvements majeurs de l'Indochine », qui ont provoqué l'émersion définitive de la presqu'île où ne subsistent plus que des dépôts continentaux.

Ces vues ont été complétées en 1937 et 1941 et J. FROMAGEOT examine les relations possibles entre la tectonique et les ressources minérales.

L'œuvre est couronnée, en 1952 par la publication d'une 2e édition de la Carte géologique de l'Indochine au 2.000.000e, signée de J. FROMAGET et E. SAURIN.

L'historique se termine ici, puisqu'il n'y a plus d'Indochine française, mais les géologues français peuvent être fiers de leur œuvre.

En cinquante années de travail, leur petit groupe a réussi à reconstituer l'histoire géologique de l'Indochine, à dresser la carte du pays et à élucider bon nombre de problèmes à la fois scientifiques et économiques. La seconde guerre mondiale a mis fin à cette activité. On peut espérer que les précieuses collections si patiemment recueillies et organisées à Hanoï ne seront pas dispersées (car il n'en existe pas l'équivalent dans la Métropole), et que le Vietnam, le Cambodge et le Laos indépendants vont réorganiser la recherche scientifique sur leurs territoires respectifs.

Géologie appliquée.

Nous ne sommes pas tout à fait ignorants de ce qui se passait au point de vue minier avant l'arrivée des Français. Il existe un document officiel de la Cour Royale de Hué sur la situation des mines de l'Annam et de ses dépendances d'alors, pendant les quarante années

Source : MNHN, Paris

qui ont précédé l'établissement de notre protectorat. « A vrai dire, écrit F. BLONDEL, ce document fournit peu de renseignements techniques ; c'est surtout une longue histoire de malversations et sa publication serait plus intéressante au point de vue de l'histoire des mœurs qu'au point de vue minier proprement dit » (1931).

CHARBONS DU TONKIN.

C'est vers 1865 que les Chinois découvrirent des affleurements de charbon sur les bords de la baie d'Along et en divers points de la côte. Ils l'exploitèrent aussitôt, mais plusieurs ouvriers ayant été mangés par les tigres à la mine de Kébao, le recrutement de la main-d'œuvre devint difficile et la mine fut abandonnée. On ne garda que celle de Hongay.

Le Lt de Vaisseau GARNIER s'y rendit en 1878, puis en 1879, le Capitaine de frégate MOURIN D'ARFEUILLE, Consul de France à Haïphong, en étudia les affleurements et découvrit celui qui devint la mine Jauréguiberry.

Plusieurs demandes de concession furent adressées à la Cour de Hué, qui ne répondit jamais. Le Chargé d'Affaires de France à Hué entendit parler d'une autre mine de charbon située près de Nong Son, sur le haut fleuve de Tourane. Celle-ci fut obtenue par une Compagnie chinoise en 1880.

En 1881-82, la Mission FUCHS-SALADIN vient étudier les charbonnages sur place. En 1884, BAVIER-CHAFFOUR recevait du Gouvernement annamite la concession des charbonnages, moyennant une redevance. La Mission SARRAN étudie à son tour les gisements et le 5 août 1887, la Résidence de France au Tonkin confirme les droits de BAVIER-CHAFFOUR qui crée la « Société française des Charbonnages du Tonkin ».

Les débuts furent très difficiles, faute de débouchés. En 1900, la production atteignait difficilement 200.000 tonnes.

C'est un gisement magnifique, s'allongeant sur 35 km, au bord de la mer. L'étage supérieur, dit de Hatou, possède 80 mètres de charbon sur 150 m d'épaisseur totale, puis deux couches de 2 m. 60 et 13 mètres. L'étage inférieur, dit de Nagotna, comprend six couches exploitables, de 1 à 10 m. d'épaisseur. L'exploitation porte sur des charbons maigres, des anthracites d'excellente qualité. Ces anthracites ont été utilisés en France pour les chaudières domestiques.

La production atteignit 500.000 tonnes en 1920, puis 1.500.000 en 1928 ce qui représentait les deux tiers de la production totale de l'Indochine, laquelle a toujours été en déclinant depuis cette époque.

Le nom de F. BLONDEL est attaché à toutes les recherches effectuées dans ces mines avant et après la guerre de 1939-45 et on trouvera dans ses publications tous les renseignements techniques sur l'exploitation.

Source : MNHN, Paris

Etain et Tungstène. Uranium.

L'Indochine possède deux gisements de cassitérite et de wolfram : Pia-Oac dans le Haut-Tonkin et Nam-Pha-Tène, au Laos. Ils étaient connus des Chinois depuis longtemps.

Le massif de Pia-Oac est à 65 km à l'Ouest de Cao-bang. Constitué de schistes métamorphiques envahis par les granites, il montre des filons de gegmatite et des filons de quartz à cassitérite et wolfram. Ce gisement est remarquable par le gisement d'Autunite décrit par A. Lacroix en 1908, d'après les échantillons envoyés par Dupouy, qui avec Bourret a publié la liste des minéraux de ces filons. A. Lacroix les visita lui-même par la suite. Les alluvions de la région contiennent 1.500 grs d'étain-métal à la tonne, puis du wolfram ; du fer titané, de l'or et de l'argent.

La production annuelle est de l'ordre de 1.000 tonnes de minerai brut.

Les filons de Nam-Pha-Tène, au Laos, sont eux, des filons de sulfures contenant de la cassitérite. C'est ce que dit A. Lacroix, dès 1901, les comparant aux filons antimonio-sulfurés de la Bolivie.

Depuis, la région fut visitée par Lantenois en 1907, puis étudiée et cartographiée par J. Fromaget (1927).

BIBLIOGRAPHIE.

Fuchs (E.) et Saladin (E.). — Mémoire sur l'exploration des gites de combustibles et de quelques-uns des gites métallifères de l'Indochine. *Ann. Mines*, 1882, (8), t. 2, pp. 185-298, 1 carte géologique au 12.000.000e.

Lamothe (R. de). — Itinéraires géologiques dans le Cambodge occidental et le Laos méridional. *Bull. Serv. Géol. Indochine*, 1926, v. 15, fasc. 4. (Publication posthume du voyage de 1904).

Lantenois (H.). — Note sur la géologie de l'Indochine. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1907, (4), t. 1, 56 p. Carte géologique du Tonkin au 1.500.000e.

Deprat (J.). — Etude des Fusulinidés de Chine et d'Indochine. 4 vol., 30 pl. *Mém. Serv. Géol. Indochine*, 1912-1915.

Mansuy (H.). — Faunes des calcaires à Productus de l'Indochine. 3 vol., 30 pl. *Mém. Serv. Géol. Indochine*, 1913-1916.

Zeiller (R.). — Flore fossile des gites de charbon du Tonkin. Paris, 1903.

Jacob (C.). — Traits généraux de l'Indochine française. *Verh. geol.-mijnb. Geo. Nederl. Kolonien*. La Haye, 1925, d. 8, pp. 263-278.

Blondel (F.). — Etat de nos connaissances en 1929 sur la géologie de l'Indochine. *C. R. 15e Congr. géol. intern.* (Pretoria, 1929) et *Bull. Serv. Géol. Indochine*, v. 18, fasc. 6, carte au 4.000.000e.

Jacob (C.). — Indochine française. *In* La géologie et les Mines de la France d'Outre-mer, 1932, pp. 385-444, 1 carte.

Blondel (F.). — La géologie et les mines de l'Indochine française. *Ann. Ac. Sc. col.*, 1932, t. 6, 148 p., 1 carte.

Fromaget (J.). — Contribution à l'étude structurale du Sud-Est de l'Asie. Hanoï, 1934, 22 p., 6 croquis.

— Carte géologique de l'Indochine française au 2.000.000e, avec la collaboration de F. Bonelli, J. Hoffet et E. Saurin.

Fromaget (J.). — Observations et reflexions sur la géologie stratigraphique et structurale de l'Indochine. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1934, (5), t. 4, pp. 101-164, 11 fig., 2 pl.

Source : MNHN, Paris

PIVETEAU (J.). — Un Thérapsidé d'Indochine. Remarques sur la notion de continent de Gondwana. *Ann. Paléont.*, 1939, t. 27, fasc. 4, 16 p., 2 fig.

BLONDEL (F.). — Bibliographie géologique et minière de la France d'Outre-mer. Paris, 1941, t. 2, pp. 873-946.

HOFFET (J.). — L'âge des formations à Dinosaures du Bas-Laos. *C. R. Conseil Rech. scient. Indochine*, 1943, p. 5.

BOUREAU (E.). — Contribution à l'étude paléoxylologique de l'Indochine. *Bull. Serv. Géol. Indochine*, 1950, v. 19, fasc. 1 et 4, et *Mém. Muséum nat. Hist. nat.*, 1952, (N. s.) série C, t. 2, fasc. 1.

FROMAGET (J.) et SAURIN (E.). — Carte géologique de l'Indochine au 2.000.000e. 2e édition, 1952.

Source : MNHN, Paris

XI. SAINT-PIERRE ET MIQUELON.

Les Iles Saint-Pierre et Miquelon sont situées à 25 km au Sud de Terre-Neuve. Elles comprennent en réalité trois îles : Saint-Pierre, Langlade et Miquelon, ces deux dernières étant reliées depuis la fin du XVIII[e] siècle par un isthme bas et sablonneux. Il s'y ajoute quelques écueils et une dizaine d'îlots.

Ce petit archipel s'étend sur 50 km du Nord au Sud et sa superficie est de 241 kilomètres carrés. Il appartient à la France depuis François I[er] et fut un centre de pêche important jusqu'au début du XX[e] siècle.

Il représente les sommets émergés d'un banc sous-marin, dit Banc de Miquelon, et se trouve sur la même plateforme que Terre-Neuve.

Le document le plus ancien que l'on connaisse sur la géologie de l'archipel est sans doute une lettre de De Denonville adressée de Québec au Ministre Louvois, le 9 octobre 1677, pour lui annoncer la découverte de grands « gisements de porphyre » (ce que nous appelons maintenant des rhyolithes).

Au début du XIX[e] siècle, un Botaniste, Bachelot de la Pylaie, va séjourner dans les îles de 1816 à 1819. Il signale à son tour des porphyres et il y ajoute une formation houillère dans les falaises du Cap Percé, à Langlade. A dire vrai, cette houille est du basalte noir intercalé dans des quartzites clairs. Un de ses échantillons (une rhyolithe à plagioclases) sera retrouvé et étudié par Alfred Lacroix.

En 1841, la carte des Iles est levée par J. De la Roche Poncié, pour le Service Hydrographique de la Marine. La topographie intérieure est à peine esquissée, mais cette carte marine est à signaler, car c'est la seule carte officielle des îles.

En 1866, un Pharmacin de la Marine, Alphonse Gautier, réunit quelques informations sur la géologie pour compléter sa Thèse (Montpellier) qui est publiée dans la Feuille Officielle des Iles. Il pense que la structure n'est pas bien compliquée, que les porphyres ont traversé les poudingues et grés houillers. Quant aux blocs erratiques des zones basses, ils auraient été apportés par des icebergs, à une époque où les îles étaient submergées.

Vers la même époque, quelques recherches minières eurent lieu, à Miquelon et à Langlade. Un Miquelonnais, J. Apesteguy, rechercha de l'or dans la presqu'île du Cap en 1868 et y trouva un peu de pyrite de fer. A. Dolisie, Ingénieur des Travaux Publics, s'intéressa aux dépôts d'ocre du Grand Etang de Miquelon et aux ardoises de l'Anse

Source : MNHN, Paris

du Sud (dans l'Ouest de Langlade). En 1874, le Dr Castaing et E. Delamare font des recherches sur les tourbières, mais la population se refuse absolument à les utiliser.

En 1877, G. De Tromelin expose à la Société Géologique de France l'existence d'une formation laurentienne (Archéen) offrant l'apparence de l'*Eozoon*. Une telle formation n'a jamais été retrouvée.

L. De Launay décrivant les richesses minérales de Terre-Neuve (1894) parle accessoirement de Saint-Pierre et Miquelon, y signalant du Cambrien, discordant sur le Précambrien.

En 1908, la Société « La Morue française » fait prospecter les deux îles par un mineur belge de Terre-Neuve (Matridge), pour y trouver du charbon.

Les îles figurent sur la Carte géologique de Terre-Neuve publiée en 1928, mais la nature et la répartition des formations sont toujours fantaisistes.

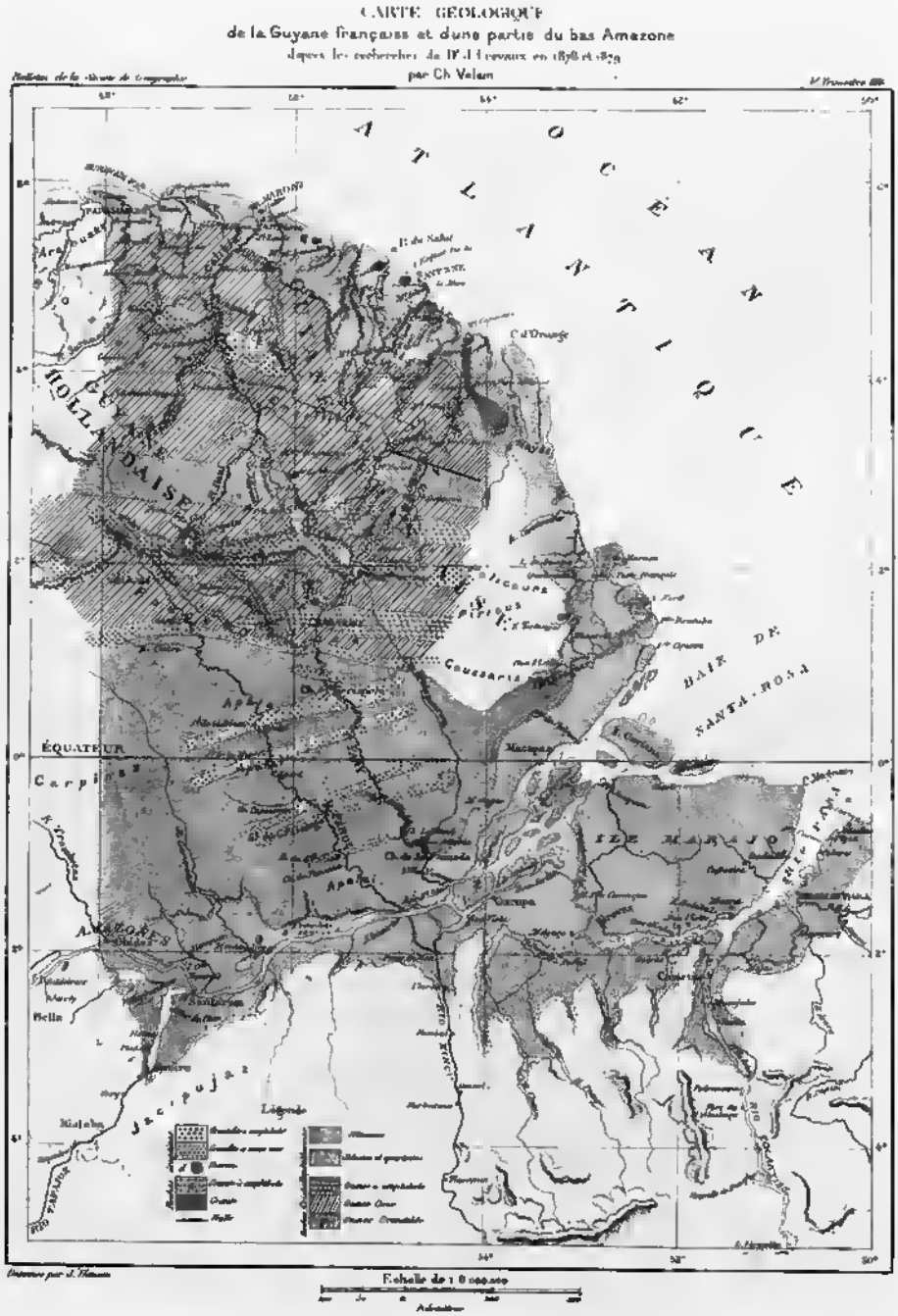
On ne connaîtra enfin la géologie de ce petit archipel que grâce aux missions d'E. Aubert de la Rüe, échelonnées de 1932 à 1941, puis en 1948. Ses recherches difficiles aboutirent à la publication d'un Mémoire et d'une carte géologique en couleurs au 50.000e, publiés en 1951 par l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer.

On sait maintenant que le Précambrien métamorphique traversé de rhyolithes est limité à Miquelon Sud, dont le Nord est occupé par des granites, des quartzites à magnétite et des schistes. A Langlade, il y a des schistes cambriens fossilifères, des schistes, des grès présumés siluriens et du minerai de cuivre. L'île Saint-Pierre est exclusivement volcanique, formée de rhyolithes, avec brèches et tufs. Les dépôts morainiques du Quaternaire sont importants, accompagnés de blocs erratiques venus de Terre-Neuve. Les minerais de cuivre de Langlade ont été étudiés par Mlle S. Caillère et F. Kraut (1946).

BIBLIOGRAPHIE.

Aubert de la Rüe (E.). — Recherches géologiques et minières aux Iles Saint-Pierre et Miquelon. 1 vol. in-4, 75 pages, 18 planches, 1 carte géologique en couleurs au 1/50.000. Paris, 1951.

Source : MNHN, Paris



Carte géologique de la Guyane française, dressée par Charles VÉLAIN, d'après les travaux du Dr J. CREVAUX (*Bulletin de la Société de Géographie*, 1886).

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

XII. LES ANTILLES FRANÇAISES.

1. La Martinique. 2. La Guadeloupe. 3. Saint Barthélémy. 4. Saint Martin.

Les Antilles françaises sont actuellement, du Sud au Nord : la Martinique, la Guadeloupe (avec la Désirade, Marie Galante et les Saintes), Saint Barthélémy et l'îlot de Tintamare, la moitié Sud de Saint Martin, île partagée entre la France et la Hollande.

La Désirade, Marie Galante, puis la Guadeloupe et les Saintes furent découvertes par Christophe Colomb en 1493 ; la Martinique attendit jusqu'en 1502.

Charles Lyenaro de L'Olive et Duplessis en prirent possession au nom de la France, le 25 mai 1635 pour la Martinique et le 28 juin de la même année pour la Guadeloupe.

Après la guerre de 1939-45, les Antilles françaises sont administrativement un département français.

I. La Martinique.

La Martinique est une île de 80 km sur 31, qui a le triste privilège d'être célèbre par l'éruption de la Montagne Pelée, qui, le 8 mai 1902, détruisit complètement la ville de Saint Pierre et ses 30.000 habitants.

La présence des Caraïbes dans l'intérieur de l'île en rendit la pénétration assez longue et pendant longtemps personne ne parle de cette Montagne Pelée qui culmine aux environs de 1.500 mètres.

En 1751, J. B. M. Thibault de Chanvallon arrive à la Martinique. En 1763, il publiera ses notes de voyage, indiquant la nature volcanique de l'île, citant pour la première fois la Montagne Pelée. « Elle porte tous les caractères d'un ancien volcan, dit-il, et c'est aussi le sentiment de ses anciens habitants ». Toutefois, personne n'avait jamais entendu parler d'éruption. Le même auteur découvrit les fossiles (tertiaires) du Sud de l'île. Ce n'est qu'à la fin du XVIII[e] siècle que le volcan va se réveiller. Ce fut le 22 janvier 1792. Ce ne fut pas bien grave, il y eut un séisme et une certaine activité fumerollienne. Nous le savons par ce qu'en dit E. J. A. Du Puget D'Orval dans le *Journal des Mines* de 1796, qui signale aussi le jaspe et les bois silicifiés de la Martinique.

En 1814, Moreau de Jonnès présente un mémoire à l'Académie des Sciences, décrivant quantité de roches volcaniques, en utilisant bien entendu la vieille nomenclature de Bonnard (vakites, trappites, dolérites, basanites, porphyres, stigmites, et tant d'autres).

Source : MNHN, Paris

FIG. 22. — Carte des Antilles.

Source : MNHN, Paris

En 1851, au mois d'août, les habitants de Saint Pierre furent réveillés par des détonations ; il y eut des explosions, des pluies de cendres et des torrents de boue. La montagne fut agitée pendant près d'une année, mais il ne se passa rien de grave.

Un nouveau mémoire sur la pétrographie est publié en 1884 ; c'est la thèse de J. SIEMIRADZKY, qui distingue trois groupes de roches volcaniques : des basaltes, des trachytes et des liparites.

Six ans plus tard, A. LACROIX étudie des roches recueillies par Ch. SAINTE CLAIRE DEVILLE lors de son séjour aux Antilles (à partir de 1843) et montre l'abondance des andésites et les labradorites à hypersthène (1890). C'est sa première note sur la Martinique.

En 1901 et au début de 1902, la Montagne Pelée montre plus d'activité fumerollienne. En avril, ce sont des pluies de cendres et des éruptions de boue. Les habitants de Saint-Pierre commencent à s'inquiéter mais on les retient en ville pour des raisons électorales Puis le 8 mai, jour des élections, à 8 heures du matin, c'est l'explosion et le passage de la nuée ardente qui anéantit la ville et les habitants. L'incendie s'éteint sous des pluies de cendres. De nouvelles éruptions se produisent le 2 et le 26 mai. Une accalmie se manifeste. Un géologue italo-américain, Angelo HEILPRIN, monte jusqu'au cratère le 31 mai et le 1er juin. Il ne peut en voir le fond à cause des vapeurs qui se dégagent, mais il recueille des échantillons et les envoie au minéralogiste américain J. S. DILLER.

Le 23 juin, A. LACROIX arrive et va étudier le volcan jusqu'au 1er août. Tout a l'air calmé lorsqu'il s'en va, mais les éruptions et les nuées ardentes se renouvellent le 30 août, puis en novembre. LACROIX publie des premières observations, suivies, un mois après, de celles de DILLER et HEILPRIN, puis il retourne à la Martinique, d'octobre 1902 à mars 1903. Il s'agit cette fois, d'organiser des postes d'observation et de surveiller le volcan.

A. LACROIX constate que ce volcan ne possède plus d'ouverture libre, que l'ancien cratère est obstrué par une extrusion de lave pâteuse, vite solidifiée, formant une énorme aiguille qui monte de 10 mètres par jour à partir du 4 novembre 1902. Elle atteint 1.575 m. le 24 novembre, puis s'écroule partiellement, perdant 150 mètres, pour remonter en février 1903, atteindre 1.608 m. en juillet, s'écrouler à nouveau et remonter à partir du mois d'août.

Deux petits postes sont installés, dirigés par Jean GIRAUD, qui va surveiller la Montagne Pelée pendant des années.

En 1904, paraît l'ouvrage monumental de LACROIX : « La Montagne Pelée et ses éruptions » (in-4, 662 pages, 258 figures et 30 planches). On y trouve l'étude des éruptions, des roches de l'île (dacites, andésites, labradorites, basaltes) et des effets de l'incendie sur tous les matériaux de la ville de Saint-Pierre. L'auteur signale des blocs de roches granitiques parmi les matériaux de projection.

Jean GIRAUD publiera une « Esquisse géologique de la Martinique » en 1918 (imprimée à Hanoï), complétant toutes les observations antérieures, avec une carte au 80.000e.

Source : MNHN, Paris

On parlera encore du volcan en 1929, à propos d'une nouvelle éruption, au cours de laquelle son dôme est partiellement détruit, puis remplacé par un autre de même composition.

La Martinique n'a pas droit à un géologue permanent, mais on pense y chercher du pétrole et L. BARRABÉ est chargé d'une mission en 1927. C'est que les indigènes ont signalé des enduits noirs sur les cailloux de la côte, à quoi ils ont donné le nom expressif de « cacabaleine ». En réalité, c'était du mazout provenant d'un cargo échoué.

Cependant, L. BARRABÉ avait entrepris un lever géologique de l'île. Il pourra donner une vue d'ensemble tout-à-fait satisfaisante : des laves anciennes ante-miocènes, des calcaires aquitaniens à Lépidocyclines et Amphistégines, des tufs volcaniques tombés en mer avec des Lépidocyclines du Burdigalien, quatre centres éruptifs plio-pléistocènes, dont le plus septentrional est la Montagne Pelée (1936).

A côté, l'îlot de la Perle est connu pour son phosphate de chaux formé par l'action physico-chimique du guano sur une brèche volcanique, dacitique.

2. La Guadeloupe.

La Guadeloupe est divisée en deux par un petit bras de mer, la Rivière Salée, large de 30 à 100 mètres. La Guadeloupe proprement dite est à l'Ouest et mesure 46 km sur 27. On la nomme aussi Basse Terre par opposition à l'autre île nommée Grande Terre, où se trouve la capitale Pointe-à-Pitre.

La Guadeloupe est une île volcanique, dont le plus haut sommet, la Soufrière, atteint 1.484 mètres, ne se manifeste que par une petite activité de fumerolles.

La Soufrière était bien plus active au XVII[e] siècle. P. DU TERTRE la visita en 1645 et il en écrit qu'« elle semble une gueulle de l'Enfer, ou une cheminé de Montgibel, fumante comme une fournaise enflammée ».

Un peu plus tard, BALLET nous dira que le Piton du Nord s'est écroulé en 1680, au cours d'un tremblement de terre et le P. LABAT en fit l'ascension en 1696, après une pluie de cendres très remarquable, et qu'on y sentait une forte odeur de soufre.

En 1726, un grand Naturaliste, Jean, André PEYSSONNEL avait découvert la nature animale des Coraux que l'on prenait pour des Plantes marines. L'Académie refusa l'impression de son mémoire, trop contraire à l'opinion de ses membres les plus compétents, RÉAUMUR et BERNARD DE JUSSIEU. PEYSSONNEL s'en fut aux Antilles comme Médecin du Roi et resta à la Guadeloupe jusqu'à sa mort, en 1759. Les savants étrangers avaient reconnu son mérite, il fut nommé Membre de la *Royal Society* et publia ses travaux en Angleterre.

PEYSSONNEL visita la Soufrière, la décrivit et proposa même d'en exploiter le soufre dés 1730. L'Administration l'en empêcha, trouvant l'idée absurde.

Source : MNHN, Paris

Un vétérinaire d'Argentan, Thomas, Luc, Augustin HAPEL-LACHÊNAIE arrive à la Guadeloupe en 1790. C'est une époque mouvementée, même aux Antilles. On le nomme Pharmacien-Chef de la Marine et il est chargé de s'occuper de la canne à sucre et du bananier. It fut l'heureux témoin de la seule manifestation volcanique importante du volcan de la Guadeloupe. Le 29 septembre 1797, il y eut un séisme à Basse-Terre, puis une émission de cendres à partir de la Soufrière. L'agitation persista pendant l'hiver et une violente explosion se produisit le 26 avril 1798. En 1804, FAUJAS DE SAINT FOND fait une communication au Muséum, d'après ses correspondants LESCALLIERS et ERNOUFF.

En 1809, 1811 et 1837, on signale encore des incidents sans gravité et MOREAU DE JONNÈS, qui servait dans l'artillerie de marine et séjourna longtemps aux Antilles en décrivit l'« histoire physique » en 1822. Elie de BEAUMONT, DUFRENOY, JOLY et MERCIER décrivent la Soufrière en détail (1848).

En 1843, Pointe à Pitre fut détruite par un séisme et il y eut une éruption sous-marine entre la Guadeloupe et Marie Galante, qui fut signalée par CELORAN DE BLAINVILLE. La Soufrière était parfaitement calme. P. DUCHASSAING qui communique quelques observations à la Société géologique de France, en 1846 et 1855, n'en parle pas. Il faut attendre 1896 pour entendre parler de fumerolles par LE BOUCHER.

De son côté, Ch. SAINTE CLAIRE-DEVILLE fait un voyage aux Antilles et publie des notes sur les roches volcaniques de la Guadeloupe entre 1843 et 1867, observations qui seront complétées en 1903 par A. LACROIX, qui passera quelques jours à la Guadeloupe au cours de son voyage á la Martinique.

Comme la Martinique, la Guadeloupe ne dispose d'aucun géologue. Ce n'est qu'en 1934 que L. BARRABÉ y viendra, pour y chercher du pétrole et en lever la carte.

Basse-Terre et Grande-Terre sont de même nature : un socle de roches volcaniques latéritisées, ante-miocènes ; des calcaires miocènes à Amphistégines ; (épais de 120 m.) ; des calcaires présumés pliocènes. A la Guadeloupe même, la série se termine par des venues volcaniques, dont le centre le plus important est la Soufrière, dôme aplati, dont l'activité réduite se manifeste encore par des fumerolles et des dépôts de soufre. Enfin, sur la Grande-Terre, les Coraux plio-quaternaires ont été soulevés de quelques mètres.

Les Saintes sont des ilots volcaniques, ainsi que la *Désirade*, mais ici, L. BARRABÉ a fait une découverte essentielle en trouvant des affleurements de roches granitiques liées aux premières laves qui peuvent dater de la fin du Crétacé ou du Tertiaire. En 1952, E. BRUET complète l'élude des Saintes montrant que la Terre du Haut renferme deux édifices volcaniques qui s'alignent sur la Soufrière de la Guadeloupe. Ce sont des édifices péléens dont l'érection est antérieure à celle de la Soufrière.

Enfin, en 1953-54, L. BARRABÉ précise ses observations sur la

Source : MNHN, Paris

Désirade : le socle ante-miocène comporte un complexe volcanique andésitique et dacitique avec un gros massif granodioritique intrusif. L'âge de cette série est probablement Eocène moyen (ou même supérieur) comme dans les îles voisines des Petites Antilles.

3. Saint-Barthélémy.

Les renseignements sur la petite île de Saint-Barthélémy se réduisent à fort peu de chose. Quelques fossiles tertiaires ont été décrits par G. Cotteau à la Société Géologique de France en 1876 et par Th. Davison dans le *Geological Magazine* de 1874.

Le travail le plus complet semble alors être celui de R. Ludwig dans la *Deutsche geographische Blatter*, de Brême, en 1894 (40 pages et 1 carte), signalant en particulier des granites et des filons de galène argentifère. Toutefois l'île a été revue en 1948 par R. A. Christman, de l'Université de Princeton, U.S.A. (Thèse, 1950 et *Bulletin of Geological Society of America* (1953).

4. Saint-Martin.

Cette petite île appartient à la Hollande pour moitié et à la France pour l'autre moitié.

Des laves et des tufs volcaniques du Crétacé ont été décrits par Molengraaff (1931). De langue française, je ne connais pas d'autre note que celle de Fleury à la Société Géologique de France, sur un conglomérat coquillier (1850), et quelques lignes de A. Lacroix (dans son ouvrage sur la Montagne Pelée) relatant l'existence de roches granitiques.

L'île a été entièrement étudiée par R. A. Christman. L'auteur distingue une série de laves éocènes, avec des andésites et basaltes de l'Eocène supérieur, recouverts à Pointe Blanche par des calcaires oligo-miocène. Le Manganèse signalé par P. T. Cleve en 1871, est situé dans les tufs et contient 35 % de métal. Il a été étudié en détail par J. A. Staargaard en 1952.

Structure des Antilles.

L'ensemble des Antilles (Grandes et Petites Antilles) a été traité par Ch. Schuchert en 1935, dans son Historical Geology of the Antillean-Caribbean Region (811 pages, 17 figures).

Les Antilles françaises appartiennent à l'arc des Petites Antilles.

La notion essentielle est celle de l'existence d'un socle ancien (relativement) métamorphisé, avec venues de granodiorites et diorites quartzifères, aux Petites Antilles (L. Barrabé) comme aux Grandes Antilles. Ceci représente les restes d'une ancienne chaîne plissée, néocrétacée, datée par les intrusions granodioritiques de Cuba. La direction des plissements crétacés ne coïncide pas avec celle des plissements néogènes et aucun des deux ne se superpose à la courbure de

Source : MNHN, Paris

l'arc des Petites Antilles. Ce dernier est constitué par un haut fond couronné par des édifices volcaniques récents, formant les îles de l'arc interne (ou occidental) bordé à l'Est par une fosse (BARRABÉ, 1942). Les structures des Grandes et des Petites Antilles seraient en continuité.

La discussion sur ces aspects structuraux a continué sous les signatures de A. SENN (1947), R. WEYL (1948-51), J. BUTTERLIN (1951), L. BARRABÉ (1953).

BIBLIOGRAPHIE.

LACROIX (A.). — La Montagne Pelée et ses éruptions. 1904, 1 vol., 662 p., 238 fig., 31 pl. — La Montagne Pelée aprés ses éruptions (avec observations sur les éruptions du Vésuve en 79 et en 1906, 1908, 136 p., 82 fig.

BARRABÉ (L.). — La constitution géologique des Antilles. *Chronique Mines coloniales*, 1936, n° 52, pp. 214-227, 2 cartes.

BARRABÉ (L.). — La signification structurale de l'arc des Petites Antilles. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1942, (5), t. 12, pp. 147-159, 1 pl.

CHRISTMAN (R. A.). — Geology of St Bartholomew, St Martin and Anguilla, Lesser Antilles. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1953, v. 64, pp. 63-96, 4 pl.

Source : MNHN, Paris

XIII. GUYANE FRANÇAISE.

Découverte en 1498 par Christophe COLOMB, les côtes en furent parcourues par Vincent Yanez PINÇON. Ensuite, Walter RALEIGH visita le pays, attiré par les trésors fabuleux du lac Parimé et de la ville Manoa del Dorado, que l'on supposait exister au centre du pays, d'après le rapport de l'officier espagnol MARTINEZ.

C'est en l'an 1604 que le Chevalier de la RAVARDIÈRE fut envoyé de Rouen en Guyane par le roi HENRI IV pour contrôler les récits enthousiastes de Sir Walter RALEIGH. L'expédition entière fut massacrée par les Caraïbes sur les bords du Mahury.

D'autres suivirent entre 1628 et 1635, puis Cayenne fut fondée en 1637 dans une île, à l'embouchure de la rivière de nom. Plusieurs tentatives d'installation se montrèrent infructueuses et la présence française ne fut affirmée que par les Jésuites (les R. P. DUTERTRE, MELAN, MORELET, PELLEPRAT et d'autres) à une époque où tout le monde voulait occuper la Guyane, qui passait pour l'Eldorado.

En 1663, COLBERT fonda une nouvelle Compagnie commerciale pour coloniser, sous la direction du sieur LEFÈBVRE DE LA BARRE, mais par suite de guerres, Cayenne changea de mains plusieurs fois en dix ans. Pendant 50 ans, les Jésuites vont pénétrer dans l'intérieur en remontant les rivières, seules voies de pénétration possibles.

Dès le début du XVIII[e] siècle, le gouverneur Cl. DE GILLOUET, seigneur d'ORVILLIERS (1716-1729) envoie des missions dans l'intérieur, dans le but de découvrir de l'or, des cacaoyers et des plantes médicinales. Un officier portugais avait dit qu'il y avait de l'or dans le bassin de l'Appronague. L'Aide-Major CONSTANTS et le sieur LE GRAS, en 1720, puis CANADA en 1721, le Sergent CAPERON en 1723, s'y rendirent successivement, mais n'y trouvèrent pas trace d'or. Les Cacaoyers furent trouvés quelques années plus tard, mais non point l'Or.

Un naturaliste, le D[r] Pierre BARRÈRE va séjourner trois ans en Guyane, de 1721 à 1724. Il publiera en 1741 un « Essai sur l'histoire naturelle de la France équinoxiale », qui est d'un prodigieux intérêt ; on y trouve une première énumération de plantes, d'animaux et de minéraux (argiles, jaspe vert et minerai de fer).

Ensuite, il est remplacé par un médecin normand, Jacques François ARTUR, Attaché au Jardin du Roi. Il va séjourner en Guyane de 1735 à 1770 et sera le correspondant de BUFFON.

C'est l'époque de la grande Mission de l'Académie, qui envoie LA CONDAMINE au Pérou pour mesurer un arc de méridien. Il séjourne

Source : MNHN, Paris

en Guyane et publie un mémoire sur l'existence d'une résine élastique (le caoutchouc naturel) produite par une plante (le futur Hevea) découverte par François Fresneau.

En 1766, le Médecin botaniste Patris remonte l'Oyapock, le Camopi, le Tamouri et rejoint le Marouini. L'année suivante, l'Ingénieur-Géographe Simon Mentelle fait un grand voyage dans le Sud et en donne une bonne carte.

Ensuite, il faut attendre 1814 pour avoir le récit et la description de J. B. Leblond. Ayant quitté la France à l'âge de 19 ans, « pour voyager », il avait séjourné aux Antilles, puis au Pérou et puis en Guyane en 1786, avec mission d'y chercher le Quinquina. Il ne trouva pas le Quinquina (qui n'y existait pas), mais il remonta tous les cours d'eau possibles, y compris l'Oyapock jusqu'à ses sources. Il dresse une carte topographique et géologique, qui arrive à l'Académie des Sciences en 1789. J. B. Leblond rentre en France en 1803, met à jour ses notes et publie en 1814 une « Description abrégée de la Guyane française », accompagnée de la carte géologique mise au net par l'Ingénieur Poirson. Il est très remarquable que Leblond ait tout vu, y compris des minéraux relativement rares comme la staurotide, les grenats et le disthène des schistes métamorphiques, mais qu'il n'ait jamais pensé à laver le sable des rivières, lequel est souvent aurifère. Il proposait d'exploiter la latérite comme minerai de fer.

On peut remarquer que dans ce pays qui passait pour un Eldorado, personne n'a jamais vu une paillette d'or au cours de 200 ans d'occupation et de voyages.

En 1830, un Pharmacien de la Marine, Leprieur, remonta l'Oyapock et tenta de rejoindre les sources du Maroni, mais ne put y parvenir.

En 1837, c'est une sage-femme, M^me^ Rivoire, qui envoie au Muséum une petite série de roches (ainsi que Leprieur).

La Révolution de 1848 eut des conséquences en Guyane. On libéra les captifs pour la seconde fois. Les plantations se vidèrent instantanément et les 13.000 travailleurs libérés se refusèrent à tout travail. On fit venir des Noirs d'Afrique, des Chinois et des Hindous. Enfin, le Gouvernement français décida que la Guyane serait colonie pénitentiaire et le bagne y fut organisé, ce qui n'améliora pas sa réputation.

1850-1940.

La découverte de l'Or.

C'est en 1852, qu'un réfugié brésilien du nom de Paolino découvrit de l'or (pour la première fois en Guyane) dans les sables de la rivière Arataïe, un affluent de l'Approuague.

Une ruée vers l'or se produit alors, malgré les difficultés de la pénétration. En 1873, on découvre les placers du Sinnamary (Saint-Elie, Dieu-Merci, Adieu-Vat, Couriège, etc), puis ceux de la Mana en 1878, de l'Awa en 1888. Cette année-là, la production officielle de l'or

Source : MNHN, Paris

atteignait presque 2.000 kg, mais les placers sont peu étendus et assez vite épuisés.

Le placer « Pas-trop-tôt » par exemple, sur la Mana, donne 21 kg en 1877, arrive à 310 kg en 1880, puis retombe à 131 en 1881 et à 90 en 1882.

Le placer « Saint-Elie » découvert par VITALO en 1873, beaucoup plus riche, a donné 359 kg en 1879 et s'est maintenu aux environs de 500 kg jusqu'en 1887, pour diminuer ensuite.

En 1861, la Commission de délimitation franco-hollandaise se rendit dans le Maroni. Le rapport de G. VIDAL contient une note du Lt d'Artillerie de Marine BOUDET sur la géologie et la minéralogie de la région. BOUDET signale « des roches de t'« âge primitif », granites compacts, amphiboles, quartz » et micaschistes. Il remarquait l'absence complète de charbon et de calcaire. Les échantillons rapportés ne furent jamais étudiés.

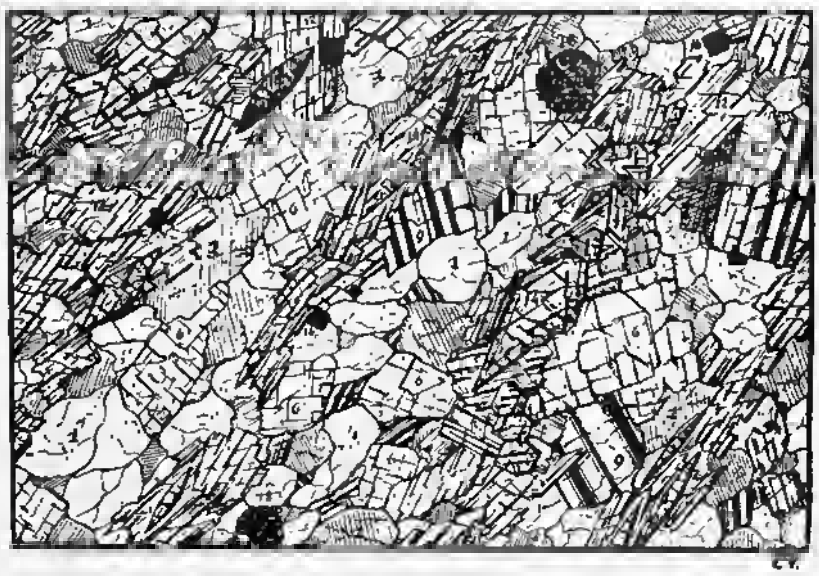


FIG. 8. — Gneiss à amphibole de l'Oyapock.

Gross. = 30 *diam. Lumière polarisée, nicols à* 45°.

I. Magnétite (16); aphène (14); horoblende (12); oligoclase (9); orthose (6).
II. Orthose (6); quartz (1). — III. Grenat (18).

FIG. 23. — Gneiss à amphibole de l'Oyapock, Guyane française (Dr CREVAUX et Ch. VELAIN, 1886).

Ensuite, J. CREVAUX se rend à deux reprises en Guyane, en 1876 et en 1878. Il remonte le Maroni, traverse la région des Tumuc-Humae et se rend en Amazonie. La seconde fois, il remonte l'Oyapock et

Source : MNHN, Paris

rentre par l'Inini. Il rapporta de ses voyages de nombreux échantillons de roches qui furent étudiés par Ch. VÉLAIN, qui signale entre autres, de la cassitérite et du wolfram (1879-1885).

Entre 1887 et 1890, H. COUDREAU parcourt la Guyane avec son compagnon LAVEAU. Il tire de ses voyages des conclusions fort optimistes sur les richesses éventuelles du massif des Tumuc-Humac et de tous les lieux qu'il a visités. Il publie « Dix ans de Guyane » en 1891. Bien que ces affirmations ne reposent sur rien elles sont reprises constamment par les auteurs qui croient ou veulent faire croire que la Guyane est très riche. La légende continue. Un journaliste impudent et ignare ne craignait pas d'écrire dans le *Petit Guyanais* du 10 juin *1939 :* « La Guyane n'est pas seulement la terre de l'or, mais le platine, l'argent, le cuivre, le fer, l'étain, le plomb, etc, forment de véritables gisements inexploités. Le diamant, le rubis, l'émeraude, la topaze, l'améthyste, le grenat, le saphir, etc se disputent également la possession de son sol. Sans compter le mercure, le pétrole, la houille, ressources futures de ce pays privilégié. Tous les métaux du monde y sont représentés ». C'est peut-être une forme de l'humour noir...

Revenons aux gens sérieux. En 1899-1900, un naturaliste, F. GEAY parcourut avec sa femme le cours inférieur de l'Oyapock et du Camopi. On lui doit des remarques correctes sur la géologie locale. En 1898, l'Ingénieur E. D. LEVAT fait une tournée en Guyane et donne ses observations sur l'exploitation des mines. On commence à rechercher les filons de quartz aurifère, dont la destruction a fourni l'or des placers. Les filons d'« Adieu-Vat » seront exploités de 1890 à 1910. En 1878, E. JANNETTAZ signale des bauxites.

En 1901, l'Inini encore inconnu attire six mille prospecteurs !... On y trouve des pépites de plusieurs kilogs.

Un ingénieur, Albert BORDEAUX, publie en 1906, un bon ouvrage sur la « Guyane inconnue », contenant ses observations sur la totalité des placers qu'il a visités. Lui aussi préconise la recherche et l'exploitation des filons, tout en constatant (déjà) la difficulté des déplacements, des transports et de la main-d'œuvre.

De son côté l'ingénieur ANDOUARD avait eu l'attention attirée par les phosphates de l'îlot du Grand Connétable (en 1894), situé à 35 km à l'Est de Cayenne. Ces phosphates ont été étudiés par A. LACROIX et exploités de 1884 à 1913 par une Compagnie américaine.

Il s'agissait de phosphates alumineux, provenant de l'action chimique de guano d'oiseaux sur les roches cristallines du substratum, sous un climat favorable à la latéritisation. Le phosphate cristallise sous forme de *variscite*, passant à la *barrandite* lorsqu'il contient une forte proportion d'oxyde de fer.

La fâcheuse réputation de la Guyane en éloigne à la fois les capitaux et les prospecteurs et le Ministère intéressé n'y envoie aucun géologue.

En 1931, le Dr G. DEVÈZE publie une importante brochure sur la Guyane, à l'occasion de l'Exposition coloniale, signalant en particulier

Source : MNHN, Paris

tous les anciens indices, dont personne n'a jamais vérifié l'existence ou l'absence.

Un géologue brésilien, Pedro Moura, étudie la zone frontière et remonte l'Oyapock en 1931, mais ne peut arriver aux Monts Tumuc-Humac, du fait de la mauvaise volonté des Indiens.

La même année, la Mission Monteux-Richard pénètre dans le Haut-Maroni pour y prospecter l'or. Elle publie son rapport en 1932.

En 1933 et 1935, les Ingénieurs Delaitre et Lebedeff exposent les possibilités minières de la Guyane et ce qui pourrait être fait, mais la guerre survint.

En 1935, A. Lacroix fait un exposé de ce que l'on sait de la géologie et de la minéralogie de la Guyane. Il rappelle à son tour les minéraux signalés par Damour et Rivot (le platine, en particulier en 1861), puis toutes les anciennes exploitations non recherchées, enfin les minéraux comme la monazite et la columbite du Carsewene, puis les diamants signalés par M. Modock en 1929, dans la rivière Kaw. En ce qui concerne ces derniers, B. Choubert les retrouvera plus tard : ce n'étaient que des cristaux de quartz.

Malgré ses richesses minérales vraies ou supposées, la Guyane française n'était pas mieux connue en 1945 que du temps de Vélain, en 1885.

Depuis 1945 : la Guyane, département français.

La situation a complétement changé depuis 1945.

Tout d'abord, l'Institut Géographique National a décidé d'établir une carte de la Guyane et trois expéditions astro-géodésiques ont travaillé en 1947, 48 et 49, sous la direction de l'Ingénieur-Géographe Jean Hurault. Les Rapports publiés sont d'un très grand intérêt à tous égards. Entre autres nouveautés, J. Hurault a montré qu'il n'existait pas de chaîne des Tumuc-Humac sur les confins méridionaux de la Guyane française, mais seulement deux massifs de collines. Le premier se trouve aux sources de l'Oyapock, le second dans le Haut Itany. Ce n'est que plus à l'Ouest, aux sources de l'Itany que les Tumuc-Humac semblent former un relief ininterrompu, séparant l'Amazonie brésilienne des fleuves côtiers des Guyanes hollandaise et britannique.

D'autre part, l'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer entreprit d'envoyer en Guyane des missions géologiques et pédologiques.

La Mission pédologique de St. Hénin eut lieu en 1950 et ses résultats ont été publiés l'année suivante.

La géologie fut confiée à E. Aubert de la Rüe et à B. Choubert, qui se partagèrent le pays. La tâche est rendue difficile par les dangers réels de la navigation en pirogue (seul moyen de déplacement) et la rareté des affleurements.

B. Chourert étudia le Nord et Aubert de la Rüe le Sud.

Source : MNHN, Paris

Le Mémoire de B. CHOUBERT parut en 1949, avec une carte géologique au 500.000e. L'auteur reconnaît un Précambrien, constitué de quartzites, d'amphibolites et de laves vertes, les schistes et quartzites de Paramaka, les schistes et conglomérats de l'Orapu. On y reconnaît trois venues granitiques. Les côtes s'envasent rapidement, au rythme de 2 mètres d'épaisseur par an. Quant aux matières minérales utiles, on ne trouve rien d'autre que de l'Or et de la Bauxite.

Le Mémoire d'AUBERT DE LA RÜE est paru en fin 1953. Il correspond aux études faites au cours de deux missions (octobre 1948 - avril 1949 et juillet-décembre 1950). Il est également accompagné d'une carte géologique au 500.000e, de telle sorte que la superficie totale de la Guyane a été à peu près reconnue. Dans cette zone méridionale encore si peu connue, l'auteur a trouvé un Précambrien ancien, plus ancien que celui du Nord, et lié à celui du vieux bouclier brésilien voisin. Ce surtout des gneiss. Au-dessus vient un complexe de schistes et quartzites, avec amphibolites et laves vertes. Il y a plusieurs venues granitiques.

Comme dans le Nord, il n'y a pas de terrains de couverture postérieurs au Précambrien, si ce n'est peut-être un plateau aperçu de loin entre les sources du Ouaqui et de l'Inipi. Ce serait un témoin des grès de Roraima, bien connus dans tes Guyanes britannique et hollandaise.

En dehors de l'Or déjà connu, il n'y a pas de minéralisations notables. Il y a cependant des traces de Platine dans les roches basiques du bas Marouini, non loin précisément du district platinifère de la Guyane hollandaise (Surinam).

BIBLIOGRAPHIE.

CHOUBERT (B.). — Géologie et pétrographie de la Guyane française. 1 vol., 120 pages, 3 cartes. *Publication de l'ORSOM*, Paris, 1949.

AUBERT DE LA RÜE (E.). — Reconnaissance géologique de la Guyane française méridionale (1948-50). 1 vol., 127 pages, 22 pl., 1 carte. *Publication de l'ORSOM*, Paris, 1953.

HÉNIN (St.). — Mission pédologique en Guyane française. *Publ. ORSOM*, 23 pages, Paris, 1951.

HURAULT (J.). — Missions astro-géodésiques. Rapports. *Publ. de l'Institut Géogr. national*, 1948-51.

Source : MNHN, Paris

XIV. CLIPPERTON.

L'îlot de Clipperton, situé au large de la côte pacifique du Mexique, a été signalé pour la première fois par BELCHER en 1843, puis décrit par H. PEASE en 1867. L'étude pétrographique en a été faite par J. H. TEALL et W. J. WHARTON en 1897.

C'est un atoll fixé sur un pointement de trachyte. Les calcaires coralliens sont phosphatisés (ainsi que les trachytes) par l'action du guano des oiseaux.

La France en réclamait la propriété depuis longtemps, lorsqu'en 1897, les Mexicains d'abord, puis les Américains en exploitèrent les phosphates. Le litige fut porté devant les tribunaux internationaux qui reconnurent les droits de la France en 1931. Il restait encore suffisamment de phosphate pour qu'on en put prélever les échantillons qui furent étudiés par A. LACROIX en 1931 et 1939.

BIBLIOGRAPHIE.

LACROIX (A.). — La Minéralogie de la France d'Outre-Mer au Muséum national d'Histoire Naturelle. *Bull. Muséum*, (2), t. 3, supplément 1931, pp. 108, 125, 126. — Clipperton. Iles de Pâques et Pitcairn. *Ann. Inst. Océanographique*, 1939, t. 18, pp. 289-330.

Source : MNHN, Paris

XV. NOUVELLE-CALÉDONIE ET DÉPENDANCES.

A. Nouvelle-Calédonie. — Du Capitaine Cook à J. Garnier et Augustin Bernard. De 1900 à 1945 : Jean Piroutet. Depuis 1945 : la Mission Routhier. Géologie appliquée (chrome, cobalt et nickel). Bibliographie.

B. Dépendances de la nouvelle-calédonie. — 1) Iles Wallis et Futuna. 2) L'île Walpole. 3) Iles Loyauté. Bibliographie.

A. NOUVELLE-CALÉDONIE.

Du Capitaine COOK à J. GARNIER et Augustin BERNARD.

Découverte en 1774 par le Capitaine Cook, qui en vanta les richesses minières, elle fut ensuite visitée par Dumont d'Urville et l'« *Astrolabe* » (1828-29). L'Amiral d'Entrecasteaux y signale aussi des mines. En 1852, l'aviso « *Prony* » avait signalé des mines de charbon au Mont d'Or et dans l'île Ndé. Ce sont évidemment ces ressources mal définies qui ont amené l'occupation de l'île par la France en 1853.

Les Australiens s'y intéressaient déjà et c'est à un Néo-Zélandais, le Dr Clarke que l'on doit les premières observations scientifiques sur l'île, publiées à partir de 1851.

Le Charbon passionnait tout le monde. Il fut même donné en concession en 1858, puis abandonné. En 1862, un Médecin de la Marine, pas du tout géologue d'ailleurs, Victor de Rochas écrivit un livre sur la Nouvelle-Calédonie, ne craignant pas de dire : « La véritable richesse minéralogique du pays est vraisemblablement la houille ».

En 1863, le P. Montrouzier donne une excellente monographie sur la géographie, l'historique et l'ethnographie, et E. Deslongchamps décrit dans le *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie* les matériaux qu'il a reçus de Nouvelle-Calédonie. Il reçoit en effet des collections de Jouan et du Dr Desplanches. Il complète ses déterminations en 1866, indiquant la présence du Trias et du Lias marins dans l'île Hugon.

Encore en 1863, le Marquis de Chasseloup-Laubat, Ministre de la Marine et des Colonies, charge l'Ingénieur J. Garnier, des fonctions de Chef du Service des Mines de la Nouvelle-Calédonie, pour 3 ans. Malgré les difficultés locales, J. Garnier établit une première carte géologique de l'île et étudie des gisements de fer, de chrome et de *nickel*. Il envoyait ses échantillons à déterminer au Dr Clarke et

Source : MNHN, Paris

celui-ci, en cas de difficulté particulière, les transmettait au Minéralogiste américain DANA. A son retour en France, il donna ses matériaux à E. JANNETTAZ, au Muséum, et publia un Mémoire aux *Annales des Mines*, accompagné d'une carte géologique (1867). Une deuxième édition de la carte, corrigée, parut en 1887 dans un Mémoire publié par la Société des Ingénieurs Civils.

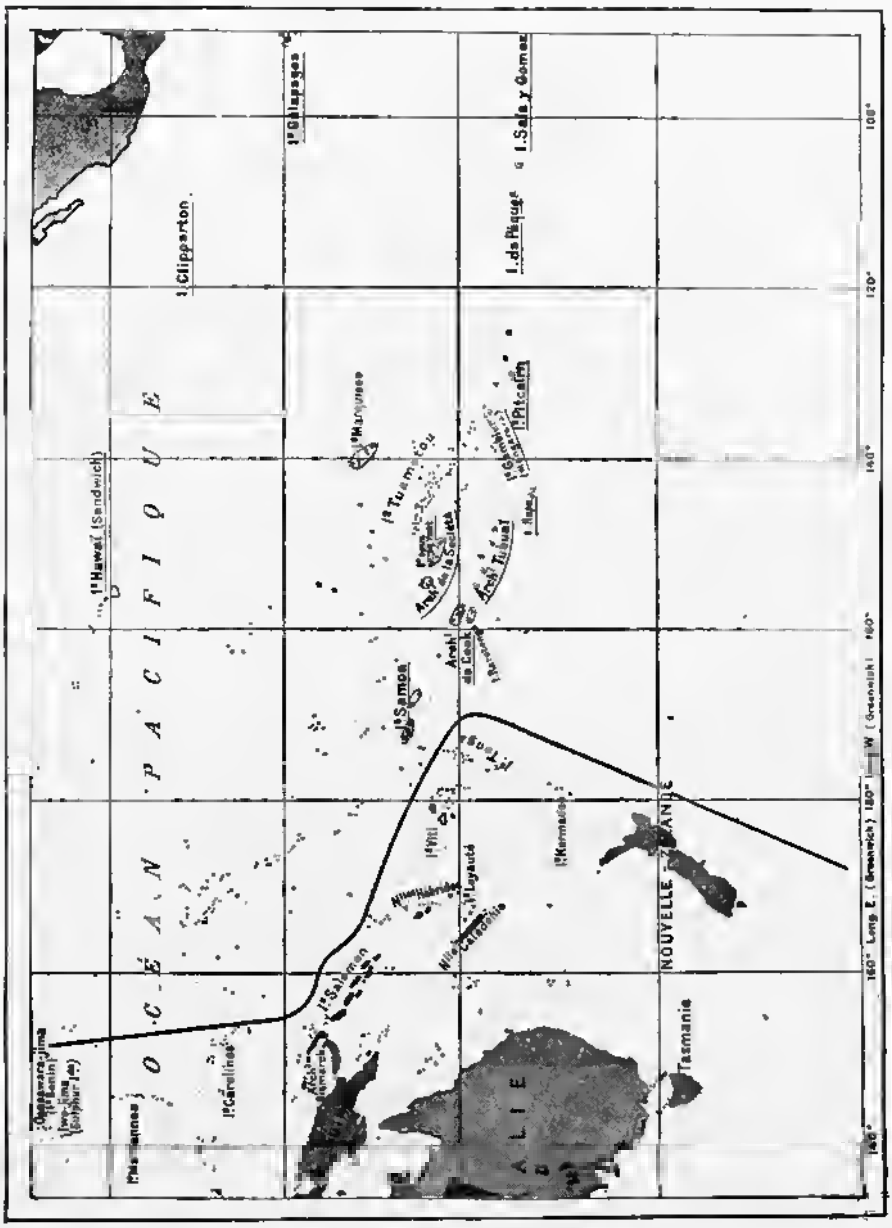


FIG. 24. — Les Archipels du Pacifique.

Source : MNHN, Paris

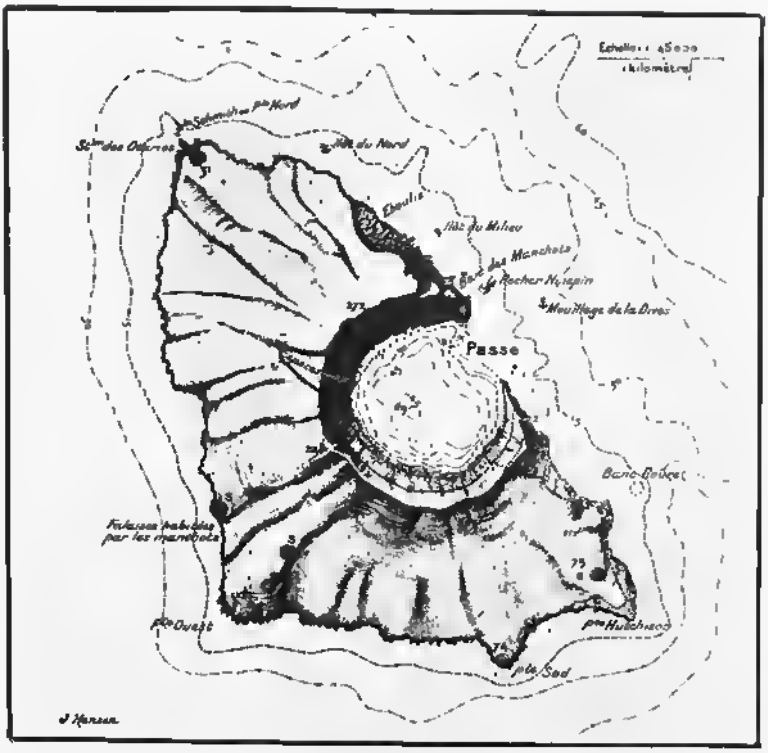


Fig. 1. — Ile Saint-Paul (d'après les levés hydrographiques de MM. Mouchez et Turquet de Beauregard en 1874).

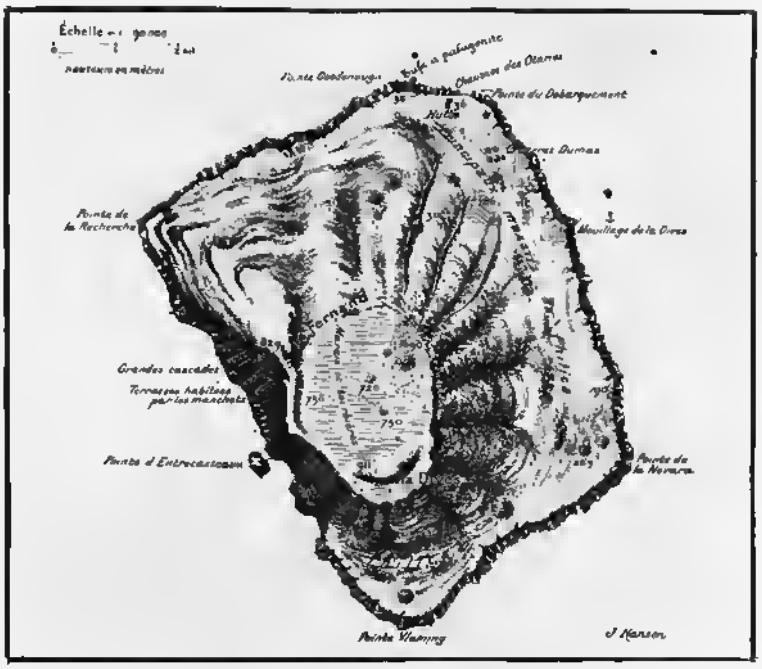


Fig. 2. — Ile Amsterdam (d'après les levés hydrographiques de MM. Turquet de Beauregard pour la côte et Ch. Velain pour l'intérieur, en 1874).

A. Barry imp., Paris

Source : MNHN, Paris

BIBL. DU
MUSÉUM
D'HIST.
NATUR.

Source : MNHN, Paris

Un des minerais de Nickel fut dédié à GARNIER, c'est la *Garniérite*
J. GARNIER bien entendu s'occupa du charbon. Il fit creuser des galeries dans le petit « bassin » du Karigou. Les recherches montrèrent que le combustible était de mauvaise qualité et inexploitable, mais un Rapport doit toujours être optimiste et J. GARNIER ne craignit pas d'écrire que malgré ces résultats, les combustibles « seront un jour une des richesses de la Colonie ».

Par ailleurs GARNIER crut pouvoir dater les charbons d'après les fossiles qu'il avait recueillis. Il avait eu soin de consulter les spécialistes, envoyant les végétaux fossiles à BRONGNIART et les coquilles au Vicomte d'ARCHIAC, puis à MUNIER-CHALMAS.

BRONGNIART constata que les Plantes n'étaient pas déterminables, mais qu'elles « montraient beaucoup d'analogie avec celles des anthracites de la Mayenne qui ont été classées dans l'étage dévonien supérieur ». D'ARCHIAC détermina *Nucula Hameri* du Lias supérieur dans les schistes à charbon de Koé, tandis que de Houa-Ourou, MUNIER déterminait des Huîtres du Lias supérieur. Il semblait donc y avoir deux niveaux à charbon, l'un dévonien supérieur et l'autre liasique. Il y avait aussi du Trias à *Halobia* et du Crétacé à *Pinna*.

J. GARNIER ayant fait déterminer ses minéraux en Nouvelle-Zélande et ses fossiles en France était donc parfaitement à couvert et personne ne peut lui reprocher le tissu d'erreurs qui émaillent sa brochure de 1867. Les recherches d'ailleurs, en ce temps-là, n'étaient pas toujours faciles. Lorsque GARNIER s'en fut visiter la côte occidentale de l'île, il accompagna le Lt BANARE du Service hydrographique. « Les naturels de cette côte inhospitalière purent surprendre, tuer et dévorer cinq des hommes qui faisaient partie de l'expédition ».

Le minerai de Nickel, très précieux, fut d'abord exploité par les Australiens TULLY et HIGGINSON (dès 1874). La vente en Angleterre présentait des difficultés. GARNIER inventa un nouveau procédé de traitement, installa une usine en Nouvelle-Calédonie pour le compte des Australiens, qui envoyèrent le métal à raffiner à Septèmes, aux environs de Marseille.

En 1874, E. HEURTEAU fut chargé d'organiser le Service des Mines. Il fit un rapport au Ministre (*Annales des Mines* de 1876), suivi de RATTE en 1878. Cette année là, il y eut une grande révolte des Canaques, d'autant plus difficile à réprimer qu'il n'y avait pas de cartes topographiques permettant de se diriger vers l'intérieur de l'île. En 1879, l'Amiral JAURÉGUIBERRY, Ministre de la Marine, envoya une mission topographique militaire qui travailla de 1880 à 1882, puis encore un peu en 1885. On eut alors une carte en 5 feuilles à l'échelle bizarre du 1/107.200e.

Des missions géologiques et minières vinrent visiter le pays. C'est d'abord D. LEVAT (1887), puis PELATAN (1892).

Le nom de PELATAN évoque encore l'histoire du charbon. Il était Président de la Commission constituée pour étudier les ressources en combustibles solides, en 1884. Après examen, il conclut sagement que

Source : MNHN, Paris

le charbon néocalédonien n'avait aucune importance au point de vue industriel. Le Gouvernement local, mécontent, changea les membres de la Commission. Le nouveau Président, A. PORTE, déclara aussitôt que les ressources étaient considérables et il le publia même à la Société Géologique de France en 1887.

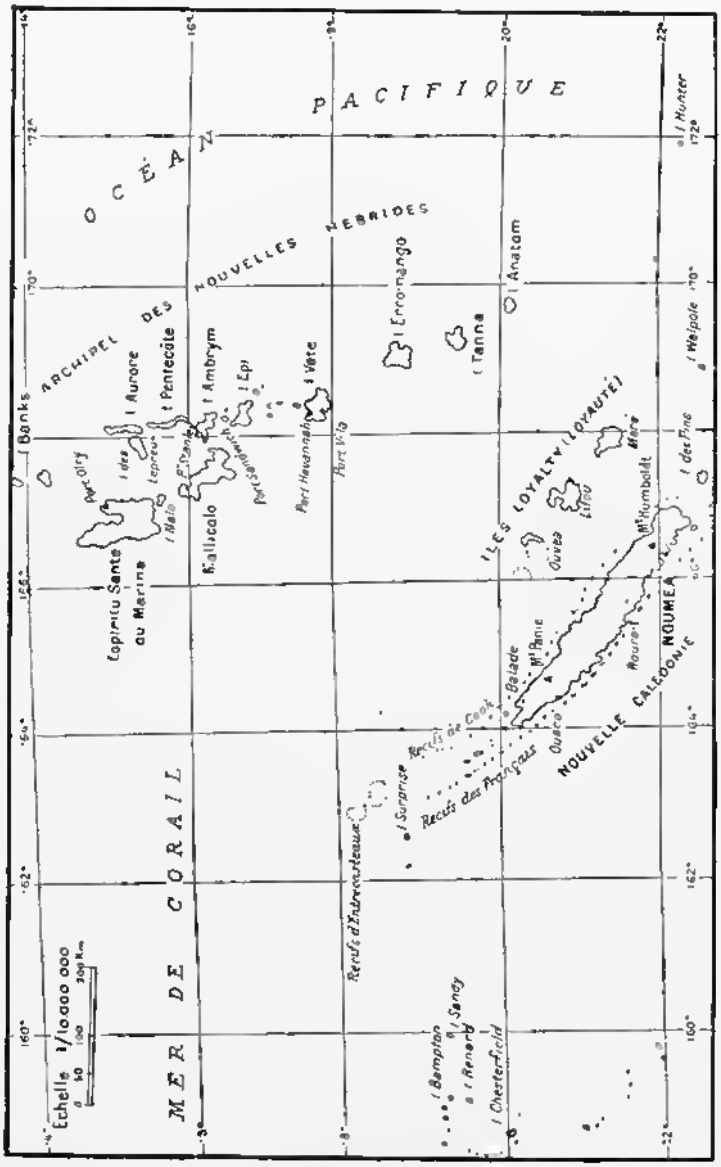


FIG. 25. — La Nouvelle Calédonie et les archipels voisins.

R. ZEILLER étudia quelques Végétaux envoyés par le Garde-mines CROISILLE ; il y trouva des Dicotylédones peu déterminables (de

Source : MNHN, Paris

Moindou) qu'il attribua au Crétacé inférieur. tandis que H. DOUVILLÉ déterminait un Gastéropode crétacé du même endroit (1889).

La totalité de nos connaissances sur l'île va être groupée dans le trés remarquable ouvrage d'Augustin BERNARD, alors Chargé du Cours de Géographie à l'Ecole Supérieure des Sciences d'Alger (L'Archipel de la Nouvelle-Calédonie, in-8° de 458 pages, 1895). L'auteur n'a jamais réussi à visiter la Nouvelle-Calédonie. Il s'en console en considérant que « le géographe qui ne visite pas le pays qu'il décrit est encore dans de meilleures conditions que l'historien qui décrit le passé. On peut être géographe sans être le moins du monde explorateur ». C'est bien évident, mais l'ouvrage d'Augustin BERNARD est si complet, qu'on pourrait supposer un long séjour de son auteur. C'est une particularité de la Nouvelle-Calédonie d'avoir été décrite en plusieurs circonstances, par des savants éminents qui n'arrivaient jamais à obtenir un crédit de déplacement (ce fut longtemps le cas pour la Flore).

Toujours est-il que le XIX° siécle s'achève avec le livre d'Augustin BERNARD, qui est resté inégalé et toujours consulté avec fruit.

De 1900 á 1945 : Jean PIROUTET.

En 1901, un jeune géologue, Jean PIROUTET, alors Professeur au Collège de Salins (Jura), part en Nouvelle-Calédonie pour l'étudier plus complètement. Il y fera trois séjours, en 1901, en 1905 et en 1909. Fort peu pourvu en crédits, il eut même quelque difficulté à rentrer en France, puis à préparer sa Thése de Doctorat, qui vit enfin le jour en 1917. C'est une étape remarquable. PIROUTET ajoutait beaucoup aux remarques de ces prédécesseurs, montrant en particulier la grande extension du Nummulitique.

Dans une note préliminaire de 1903, PIROUTET établit toute une série partant du Trias pour arriver « peut-être » au Bajocien, avec des fossiles tels que *Pleuromya, Spiriferina, Zeilleria, Lytoceras, Mytilus,* etc. Nous sommes donc encore en présence de Lias et de Jurassique, comme du temps de GARNIER, Lias dont l'existence avait été « confirmée » par DELESSE et DE LAPPARENT en 1876, disant avoir reçu une Ammonite qui avait beaucoup d'analogies avec *Ammonites margaritatus* du Lias « bien qu'elle n'en présente pas les excroissances caractéristiques » (AVIAS dira plus tard qu'il s'agissait probablement d'un *Kossmaticeras* crétacé...).

Toutefois, dans sa Thèse, PIROUTET ne parle plus de Jurassique, mais plutôt d'une lacune, mais sans avoir jamais démenti expressément sa note de 1903.

J. DEPRAT et W. KILIAN ont étudié un certain nombre de fossiles recueillis par PIROUTET qui avait rapporté de grandes collections. Il en offrit de petites séries au Muséum, à la Sorbonne, à la Faculté de Besançon et à celle d'Alger. Il offrit le principal au Musée de sa ville natale, Salins ; malheureusement la Municipalité ne s'y intéressa pas

Source : MNHN, Paris

et convertit la collection PIROUTET en béton... Tel est trop souvent le sort des collections scientifiques imprudemment confiées à certains Musées.

Maurice PIROUTET termina sa carrière à la Faculté des Sciences d'Alger et mourut en 1939.

Pendant des années, personne ne s'occupera plus de la Nouvelle-Calédonie. Les géologues étrangers continuent seuls l'étude géologique de l'île, des Néo-Zélandais en particulier. Nous rappelons les travaux de W.N. BENSON (1923 à 1928), de H.I. JENSEN (1923), W.M. DAVIS (1926).

L'étude des Serpentines auxquelles sont liées les minéralisations en Nickel, Chrome et Cobalt a fait l'objet d'une Thèse de Minéralogie de M^lle^ S. CAILLÈRE (1936) tandis que les Péridotites de Nouvelle-Calédonie, leurs serpentines et leurs filons sont étudiés par A. LACROIX dans un Mémoire de l'Académie des Sciences (1942).

Dans le même temps, E. DE CHÉTELAT étudie les gisements de nickel pour la Société « Le Nickel » en 1939, 40 et 41. Il s'intéresse tout particulièrement à leur genèse. Il réussit à montrer que les gisements superficiels peuvent se rattacher à un phénomène d'altération des roches sous un climat tropical, du type de l'altération latéritique. Sa note ne paraîtra qu'après la guerre, dans le Bulletin de la Société Géologique de France, en 1947.

Depuis 1945 : la mission ROUTHIER.

La période d'après-guerre fut grandement bénéfique pour la Nouvelle-Calédonie, restée sans géologue pendant trente ans. L'Office de la Recherche Scientifique Outre-Mer y envoie une mission géologique de trois membres P. ROUTHIER, J. AVIAS et A. ARNOULD, le premier nommé en étant le chef. Les crédits furent généreusement fournis et les missionnaires furent autorisés à étendre leurs études à d'autres régions du Pacifique.

Il en est résulté deux Thèses et une Carte géologique : la Thèse de P. ROUTHIER sur la côte occidentale publiée par la Société Géologique de France, en 1953 et celle de J. AVIAS, sur les terrains post-primaires et ante-crétacés publiée par les Annales de l'Institut de Géologie de Nancy, en 1954.

P. ROUTHIER a décrit le versant occidental de l'île, entre le col de Boghen et la pointe d'Arama. La direction des plis est parallèle aux côtes, avec deux grandes inflexions, deux arcs, entre lesquels se trouve un sillon rempli de sédiments datés du Permo-Trias jusqu'à l'Eocène. Les péridotites et serpentines *reposent sur* des basaltes paléogènes. La mise en place de ces roches ultrabasiques est considérée comme un épanchement massif, tardif.

De son côté, J. AVIAS a étudié le secteur central de la Nouvelle-Calédonie. La formation la plus ancienne est celle des tufs polycolores, partiellement dacitiques, dont le dépôt va du Dévonien ? au Permo-Carbonifère. La côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie correspond à la

Source : MNHN, Paris

côte Est de la *Tasmantis*, terre disparue qui s'étendait au large de l'Australie-Tasmanie. La transgression triasique est bien marquée. De la terre, on connaît un bois silicifié, un *Homoxylon* décrit par E. Boureau, qui serait l'Angiosperme la plus ancienne, et entraînerait ainsi une très lointaine origine des Dicotylédones.

Au-dessus du Rhétien marin, vient le Lias et toute une série jurassique.

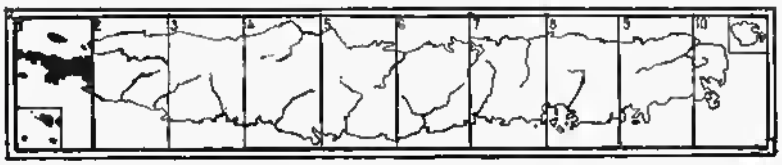


Fig. 26. — Carte d'assemblage de la Carte géologique de la Nouvelle Calédonie, en cours de parution.

Ces travaux permettent l'examen de la paléogéographie et des corrélations avec l'Australie, la Nouvelle-Zélande et la Mélanésie.

Toute l'île a été levée et sa carte géologique paraîtra en dix feuilles au 100.000e.

Géologie appliquée.

Chrome, cobalt et nickel.

On doit à J. Garnier un premier inventaire des ressources en Chrome, en Cobalt et en Nickel de la Nouvelle-Calédonie.

A cette époque, on ne connaissait guère de Chromite qu'aux Etats-Unis et en Asie Mineure. L'attention des mineurs se porta sur la Nouvelle-Calédonie en 1878 et l'exploitation commença avec 2.000 tonnes en 1880 pour arriver et se maintenir à 50.000 tonnes par an jusqu'à la crise de 1930. Les deux plus grandes mines sont celles de Tiebaghi et Fantoche. La production a été fortement concurrencée par les découvertes récentes du Béloutchistan et de la Rhodésie. La production actuelle est de l'ordre de 100.000 tonnes.

Le Cobalt, signalé en 1876, a été exploité à partir de 1883 (2.000 tonnes de minerai à 4 ou 5 % d'oxyde de cobalt). La production atteignit 10.000 tonnes en 1905, le prix d'une tonne étant de 600 francs-or. En 1906, on découvrit les gisements du Canada et la Nouvelle-Calédonie perdit son monopole. Les prix tombèrent à 90 francs-or la tonne en 1911 et toute exploitation cessa.

Le Nickel fut exploité à partir de 1874. La première production fut de 8.000 tonnes de minerai à 6 ou 7 % de Nickel. Il y eut longtemps de graves difficultés de traitement, qui furent surmontées. Les principales Sociétés « Le Nickel » et « Caledonia » fusionnèrent en 1932 pour former la « Calédonickel ».

Source : MNHN, Paris

Le minerai est fondu sur place et exporté en mattes à 77 % de nickel. La production a considérablement augmenté depuis 1945 et elle a dépassé 600.000 tonnes de minerai en 1953. Bien que le Nickel soit exploité dans un territoire de la France d'Outre-Mer, il est vendu en France très au-dessus des cours mondiaux.

Production minière de la Nouvelle-Calédonie en 1953.

Minerai de Nickel (3 à 6 % de Ni)	628.220 tonnes
Minerai de Chrome (48-55 % de Cr^2O^3)	121.060 tonnes
Minerai de Manganèse (40-50 % Mn)	4.715 tonnes

BIBLIOGRAPHIE.

BERNARD (A.). — L'Archipel de la Nouvelle-Calédonie. 1 vol., 458 p., Paris, 1895.

GARNIER (J.). — Notice historique sur la découverte des minerais de nickel de la Nouvelle-Calédonie. *Bull. Soc. Ind. minér.*, Saint-Etienne, 1885 (2) ; t. 14, pp. 126-131.

PELATAN (L.). — Les mines de la Nouvelle Calédonie. Esquisse géologique. Mines de charbon, *Génie Civil*, 1892, t. 19, pp. 339-351, 1 carte géol.

PIROUTET (M.). — Etude stratigraphique sur la Nouvelle Calédonie. Thèse, Paris, 1917, 313 p., 1 carte géol. en couleurs au 1.000.000.

GLASSER (E.). — Nouvelle Calédonie, *in* La Géologie et les Mines de la France d'Outre-Mer, Paris, 1932, pp. 445-471, 1 carte. — Le Chrome, le Cobalt *in* Les ressources minérales de la France d'Outre-mer, t. 2, 1933, pp. 145-182, 365-379.

LACROIX (A.). — Les péridotites de la Nouvelle Calédonie, leurs serpentines et leurs filons de nickel et de cobalt. *Mém. Ac. Sc.*, t. 66, 1943.

ROUTHIER (P.). — Etude géologique du versant occidental de la Nouvelle Calédonie entre le col de Boghen et la pointe d'Arama. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 1953, (n. s.), t. 32, mém. 67, 271 p., 26 fig., 25 pl.

AVIAS (J.). — Contribution à l'étude stratigraphique et paléontologique de la Nouvelle Calédonie centrale. *Ann. Inst. Géol. Nancy*, 1953, t. 1, 276 p., 117 fig., 26 pl.

Source : MNHN, Paris

B. DÉPENDANCES DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE.

Un certain nombre d'îles sont administrativement rattachées à la Nouvelle Calédonie. Ce sont les Ites Wallis, Futuna et Walpole, puis les Iles Loyauté beaucoup plus proches.

1. Iles Wallis et Futuna.

Il s'agit en fait de deux archipels éloignés l'un de l'autre de 250 kilomètres, situés entre 13° et 15° de latitude Sud, entre les Samoa et les Fidji, à 2000 km de la Nouvelle Calédonie.

L'archipel le plus oriental perpétue le souvenir du navigateur anglais Samuel WALLIS qui le découvrit en 1767, tandis que l'autre (celui de Futuna) avait été découvert en 1616 par des navigateurs hollandais, LEMAIRE et SHOUTEN, qui lui donnèrent d'abord le nom de Horn, qui était celui de leur village natal.

Ces îles sont peu fréquentées des géologues. En 1919, M. VIALA a publié une étude substantielle sur les deux archipels dans le Bulletin de la Société neuchateloise de Géographie (pp. 209-283), puis en 1934, E. AUBERT DE LA RUE les visita et les décrivit.

En 1943, un géologue américain, Harold T. STEARNS, en a fait l'étude détaillée, complétée par G. A. MACDONALD pour la Pétrographie. (1945).

Les Iles Wallis comportent 22 îles ou îlots, dont la terre principale est Uvéa, qui mesure 95 km². Le tout est entouré par un grand récif barrière.

Uéa est une île volcanique, atteignant 150 m d'altitude, formée par les laves issues de 19 bouches volcaniques. Ce sont surtout des basaltes doléritiques à olivine. Il existe un ancien récif situé vers 50 m au-dessous du niveau de la mer, reposant lui-même sur un volcan ancien. Les basaltes visibles paraissent dater du Pléistocène moyen. Le littoral est un plateau de corail fossile et le récif barrière est à 1 km au large.

Nukuatéa est surtout formée de tufs palagonitiques avec une coulée de basalte.

Dans l'ensemble, les laves appartiennent à la série alcaline du Pacifique central.

Les Ites Futuna comprennent Futuna et les rochers de Somaloma et Alofi, d'une superficie totale de 115 km². Toutes sont d'origine volcanique.

Futuna possède un ancien volcan, le Mont Puke (600 m d'altitude), dont les dolérites et les andésites anciennes sont recouvertes par des calcaires du Miocène inférieur à *Eulepidina*. On y observe un récif soulevé à 4 mètres.

Source : MNHN, Paris

2. L'Ile Walpole.

L'Ile Walpole est située à 150 km E.S.E. de la Nouvelle-Calédonie, à l'extrémité méridionale du seuil des Iles Loyauté, à 100 km de Maré.

Cette petite île de 3 km sur 500 m, est surtout connue par ses gisements de phosphate de chaux, exploité et exporté vers la Nouvelle Zélande.

E. Aubert de la Rue l'a visitée (1935) et a montré que c'était un ancien récif soulevé, tabulaire, haut de 75 mètres, entouré de falaises abruptes. Les calcaires coralliens contiennent des grains de quartz et des poches de phosphate de 3 à 4 m de profondeur, avec quelques Mottusques fossiles (Quaternaire). On recueille sur la périphérie des ponces flottées provenant de quelque volcan sous-marin situé à l'Est, vers les Iles Tonga.

3. Iles Loyauté.

Ces Iles (parfois appelées Loyalty) sont situées à 60 milles à l'Est-Nord-Est de la Nouvelle Calédonie, alignées parallèlement à la côte. Il y en a trois principales : Uvéa, Lifou et Maré.

On en sut longtemps assez peu de chose. Jouan en a dit quelques mots dans la *Revue de Géologie* de 1862-63, puis Grundemann dans les *Petermanns Mitteilungen* de 1870, et F. Sarasin en 1914-15.

En 1918, A. Lacroix indique la nature du piton central de Maré (la butte de Rawa) : il s'agit d'un basalte doléritique basanitoïde, mais F. R. Haeberle étudie toutes les îles en 1952 et dit qu'il s'agit d'un affleurement de serpentine, couvert de coraux morts. Lifou est un atoll mort ; Uvéa au contraire est un atoll en voie de croissance. Les récifs de l'Astrolabe et autres situés un peu plus loin au NW sont tous des récifs de coraux fossiles.

BIBLIOGRAPHIE.

Wallis et Futuna.

Aubert de la Rue (E.). — La constitution géotogique des îles Wallis et Futuna. *C. R. Ac. Sc.*, Paris, 1935, t. 200, pp. 328-330.

Stearns (H. T.). — Geotogy of the Wallis Islands. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1945, v. 56, pp. 849-860, 2 pl.

Macdonald (G. A.). — Petrography of the Wallis Islands. *Bull. Geol. Soc. Amer.*, 1945, v. 56, pp. 861-872, 2 fig.

Walpole.

Aubert de la Rue (E.). — Sur la nature et l'âge probable de l'île Walpole. *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 1935, pp. 48-49.

Loyauté.

Lacroix (A.). — Sur l'existence de roches volcaniques aux îles Loyalty. *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 1918, pp. 24-25.

Haeberle (F. R.). — Corat Reefs of the Loyalty Islands. *Amer. J. Sc.*, 1952, v. 250, pp. 656-666.

Source : MNHN, Paris

XVI. NOUVELLES HÉBRIDES, BANKS ET TORRÈS.

Les Nouvelles Hébrides, ainsi que le groupe des Banks et celui des Torrès qui prolongent l'archipel au Nord (et en font politiquement partie), forment un long chapelet d'îles, situées dans l'Ouest du Pacifique Sud, entre 13° et 21° de latitude Sud et entre 166° et 170°30' de longitude Est. Ces archipels s'allongent sur 1.000 km sur l'arc volcanique qui va de la Nouvelle Zélande aux îles Salomon et à la Nouvelle Guinée, à l'Est de la Nouvelle Calédonie.

L'Archipel fut découvert par un navigateur portugais, Ferdinand de Quiroz, en 1606. Il prit la grande île qu'il vit pour un continent et l'appela « Australia del Espiritu Santo ». En 1768, Bougainville navigue dans l'archipel qu'il baptise « Grandes Cyclades » et montre que ce n'est pas un continent. En 1774, le Capitaine Cook visite les îles et leur donne le nom de Nouvelles Hébrides, en souvenir de l'Ecosse. Il est suivi par Lapérouse (1788), d'Entrecasteaux (1793), Dumont d'Urville (1828).

Dès 1840, des colons, des missionnaires et des trafiquants français et anglais rivalisent d'influence. En 1878, France et Angleterre décident de respecter l'unité de l'archipel et s'en partagent la possession sous forme de Condominium.

Il y a quarante îles ou îlots, d'une superficie totale de 15.000 kilomètres carrés. La plus grande île, Espiritu Santo (ou Santo, tout court) a 5.000 kilomètres carrés. Le chef-lieu de l'archipel est Port-Vila, dans l'île de Vaté. La population autochtone est de 40.000 individus environ, et elle diminue très rapidement.

Le Capitaine Cook y a signalé des volcans, dès 1774. De fait, le volcanisme a joué un rôle important dans la constitution de ces îles. Des échantillons de laves ont été rapportés par tous les voyageurs : D. Levat en 1889, le Lieutenant Frederick et Teall en 1893, Pélatan en 1895, H. E. Purrey-Cust en 1896.

Les îles Banks avaient attiré l'attention tout de suite à cause des dépôts de soufre des solfatares de Vanua-Lava. Des rapports enthousiastes furent publiés par D. Levat et J. Rendle dès 1889, par Thureau en 1896, par Krusch en 1897. Le tonnage disponible est estimé à 1.500.000 tonnes. D. Levat commence l'exploitation, tandis que L. Pelatan assure dans le « Génie Civil » de 1895 qu'il existe encore 400.000 m³ de soufre dans l'île voisine de Tanna.

En 1913, le volcan d'Ambrym se manifesta et même l'hôpital de la mission anglicane de la Pointe Dip disparut dans un nouveau cratère. Des échantillons de laves furent envoyés en Europe, où ils furent

Source : MNHN, Paris

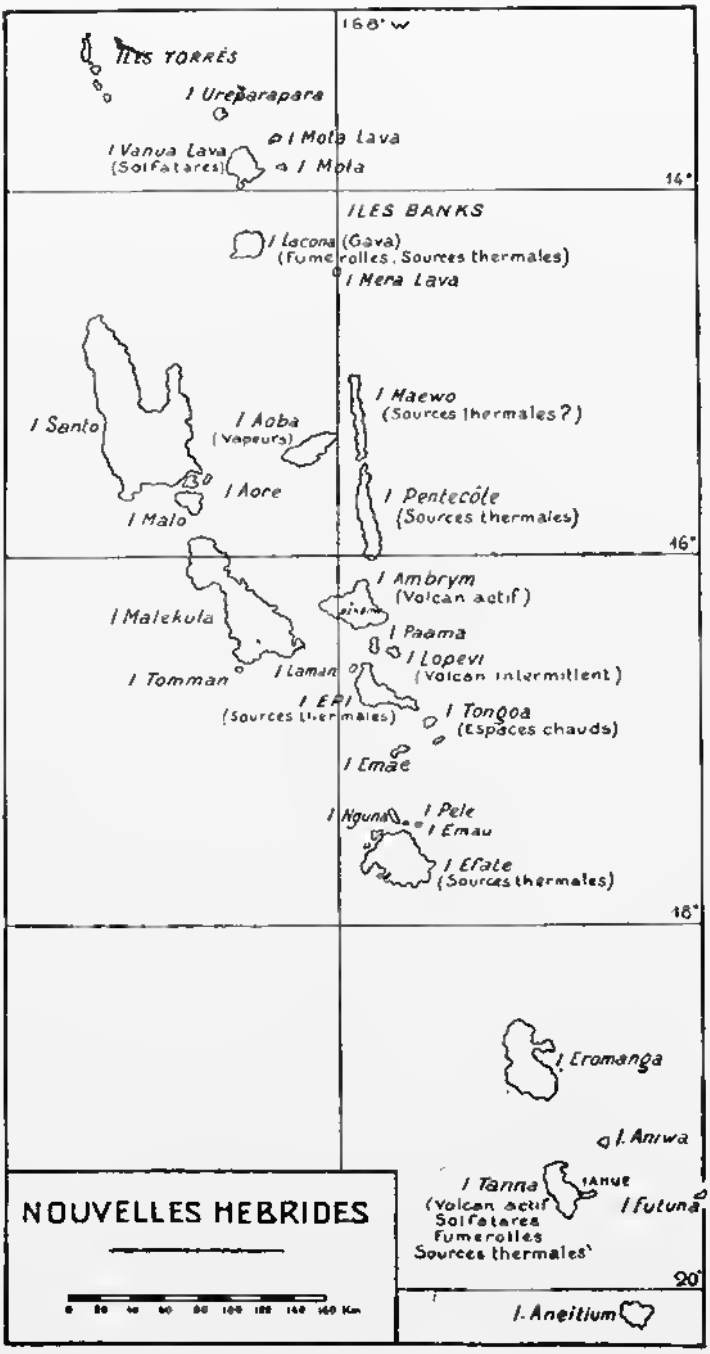


FIG. 28. — Carte des Nouvelles Hébrides, Banks et Torrès.

Source : MNHN, Paris

déterminés par A. Lacroix, P. Marshall et J. W. Gregory. Les éruptions du Benbow, le volcan d'Ambrym sont suivies depuis 1774. Il y en eut une en 1894, puis après celle de 1913, on en connaît en 1929, 1935, 1937.

Les laves sont toujours les mêmes, basaltes et labradorites, mais ne sont pas toujours du même âge. Celles de Santo et Malekula sont recouvertes de Néogène marin décrit par F. Chapman en 1905 et 1907.

L'ensemble de l'archipel fut étudié pour la première fois par Sir Douglas Mawson en 1903. Un très important mémoire parut en 1915 dans les *Proceedings of the Linnean Society of New South Wales*.

En 1931, A. Amstutz visite les Iles Banks pour étudier les solfatares. Les îles sont constituées de laves du type labradorite à augite ou si l'on préfère, de basaltites. La soufrière principale est située sur le versant oriental du Mont Suretamati. Le soufre est mis en circulation avec de la vapeur d'eau bouillante, avec dégagement de SO^2 et H^2S. Le soufre se dépose autour des jets de vapeur et forme localement des tumuli de 1 et 2 m d'épaisseur. Le soufre tapisse aussi les fentes et donne des lentilles superficielles provenant du lessivage des pentes. Ce lessivage résultant d'un climat pluvieux ne permet pas l'accumulation de gros tonnages de soufre. D'autres géologues vinrent encore visiter des solfatares : J. R. Baker dans l'île Lacona et à Santo (en 1932), et D. S. Askew aux Iles Banks (en 1935).

En 1933, puis en 1935-36, E. Aubert de la Rue a repris l'exploration rationnelle des Nouvelles Hébrides et des Banks, visitant des îles encore inconnues des géologues.

Il a reconnu l'existence d'un vieux socle cristallin et cristallophyllien affleurant dans l'île de Pentecôte et il a vu 60 volcans dont 3 en activité : le Benbow à Ambrym, le Iahue à Tanna et le Lopevi. D'autres ont une activité ralentie, mais marquée par des solfatares. Tout cela a été décrit dans le *Bulletin Volcanologique*, publié à Naples en 1937.

Aubert de la Rüe a précisé l'existence de trois séries d'éruptions : antemiocènes à Santo et Malekula, puis pliocènes et pléistocène ancien, enfin subactuelles et actuelles. La faune marine plio-pléistocène a été étudiée et figurée par R. Abrard (1947).

Les Iles Torrès, visitées par Sir D. Mawson, sont coralliennes, sur socle volcanique.

BIBLIOGRAPHIE.

Mawson (D.). — The Geology of New Hebrides. *Proc. linn. Soc. N. S. Wales*, 1905, v. 30, pp. 400-485, 16 pl.

Aubert de la Rue (E.). — Le Volcanisme aux Nouvelles Hébrides (Mélanésie). *Bull. volcanologique*, Naples, 1937, (2), t. 2, pp. 79-142, 18 pl., 1 carte.

Abrard (R.). — Fossiles néogènes et quaternaires des Nouvelles-Hébrides (Missions Aubert de la Rüe, 1934-36). *Ann. Paléontologie*, 1946-47, t. 32.

Source : MNHN, Paris

XVII. ÉTABLISSEMENTS FRANÇAIS DE L'OCÉANIE.

A. Les Iles Marquises. B. Les Iles Tuamotou. C. Les Iles Gambier. D. Les Iles de la Société. E. Les Iles Tubuai. Bibliographie.

Il s'agit d'un domaine immense, mesurant environ 2.000 km de côté dans le Pacifique Sud, où se trouvent des archipels disposés en quatre traînées parallèles, allongées du NW au SE, entre 135° et 155° de L.W., et 8° et 27° de lat. Sud.

Ce sont du Nord au Sud : les Marquises, les Tuamotou et les Gambier, les îles de la Société et les Tubuaï.

A. Les Iles Marquises.

L'Archipel des Marquises, découvert par Alvaro MENDANA en 1595, qui les nomma en hommage au marquis de MENDOZA, vice-roi du Pérou.

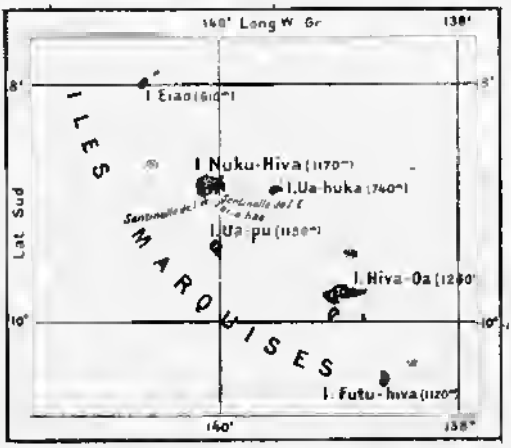


FIG. 29. — Carte des Iles Marquises.

Il appartient à la France depuis 1842, date de son occupation par l'Amiral DUPETIT-THOUARS.

Il comprend trois groupes d'îles, allongées sur 350 km du NW au SE :

Source : MNHN, Paris

au Nord-Ouest : Hatutu, l'île de Sable et Eiau (ou Ile Massé) (1).
au centre : Motuiti, Nuka-Hiva, Ua-Huka et Ua-Pu.
au Sud-Est : Hiva-Oa, Tahuata, Motane et Fatu-Hiva.

Ces Iles ont été étudiées par E. JARDIN, qui a publié en 1856, un « Essai sur l'histoire naturelle de Mendana ou des Marquises », dans les *Mémoires de la Société d'Histoire naturelle de Cherbourg*. L'auteur consacre quinze pages (49 à 64) à la géologie et à la minéralogie, et remet ses collections au Muséum d'Histoire Naturelle.

Elles seront reprises (augmentées d'autres récoltes) par A. LACROIX, à partir de 1928.

Ces îles présentent une particularité notable pour la région où elles se trouvent : elles sont entièrement volcaniques et ne sont pas entourées de récifs coralliens, ni vivants, ni fossiles.

Nuka-Hiva et Ua-Huka sont constituées de basaltes, passant à des ankaramites, associés à des andésites et à des trachytes. Ua-Pu, qui appartient au même groupe, est toute différente ; il y a bien des basaltes, mais tous les pitons sont constitués par des phonolithes très néphéliniques, renfermant parfois de la leucite.

Au Nord, Eiao renferme des basaltes, des océanites et des andésites augitiques.

Au Sud, Hiva-Oa, Tahuata et Fatu-Hiva ont livré des basaltes β, des andésites et des gabbros (en dyke).

La reconnaissance complète des Iles Marquises a été effectuée par un géologue américain, L. J. CHUBB, qui en a consigné les résultats en 1930, dans une publication du *Bernice P. Bishop Museum* d'Honolulu (n° 68, 71 pages).

B. Iles Tuamotou.

L'Archipel des Tuamotou appartient à la France depuis 1880.

Il comporte de nombreuses îles, bien différentes des Marquises, puisqu'aucune ne laisse voir de roches volcaniques, mais se manifestent comme des îles coralliennes, presque toujours très basses, des atolls typiques (à l'exception de Makatéa, Tikei et Rekareka).

L'une des îles est particulièrement connue. C'est Makatéa, au Nord-Ouest de l'archipel, avec ses phosphates de chaux.

Makatéa est un atoll émergé de 70 et même 100 mètres. J. REPELIN en a étudié quelques fossiles provenant des calcaires coralliens et a conclu à leur âge éocène. J. DANA voyant la dépression intérieure bordée de falaises de calcaire corallien l'a considérée comme un atoll parfait avec son lagon central, (1891), tandis que L. Alexandre AGASSIZ préfère y voir le résultat d'effondrements dus aux agents atmosphériques (1903). L'opinion de DANA est évidemment beaucoup plus logique.

Depuis 1908, l'île est exploitée par la Compagnie française des Phosphates de l'Océanie, dont le Directeur, M. TOUZÉ, a fourni de nombreux renseignements et des échantillons à A. LACROIX.

(1) Les *u* se prononçant *ou*.

Source : MNHN, Paris

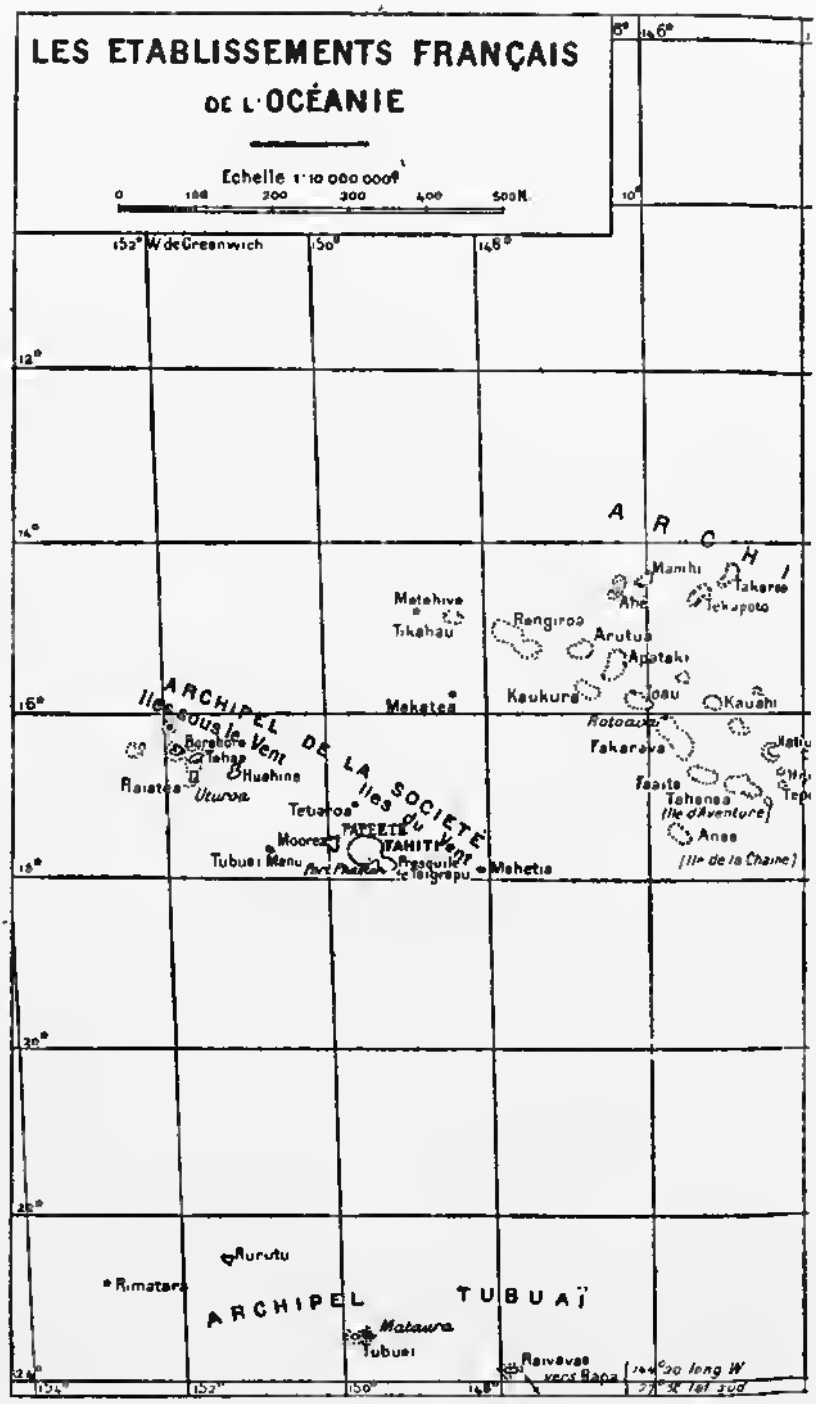
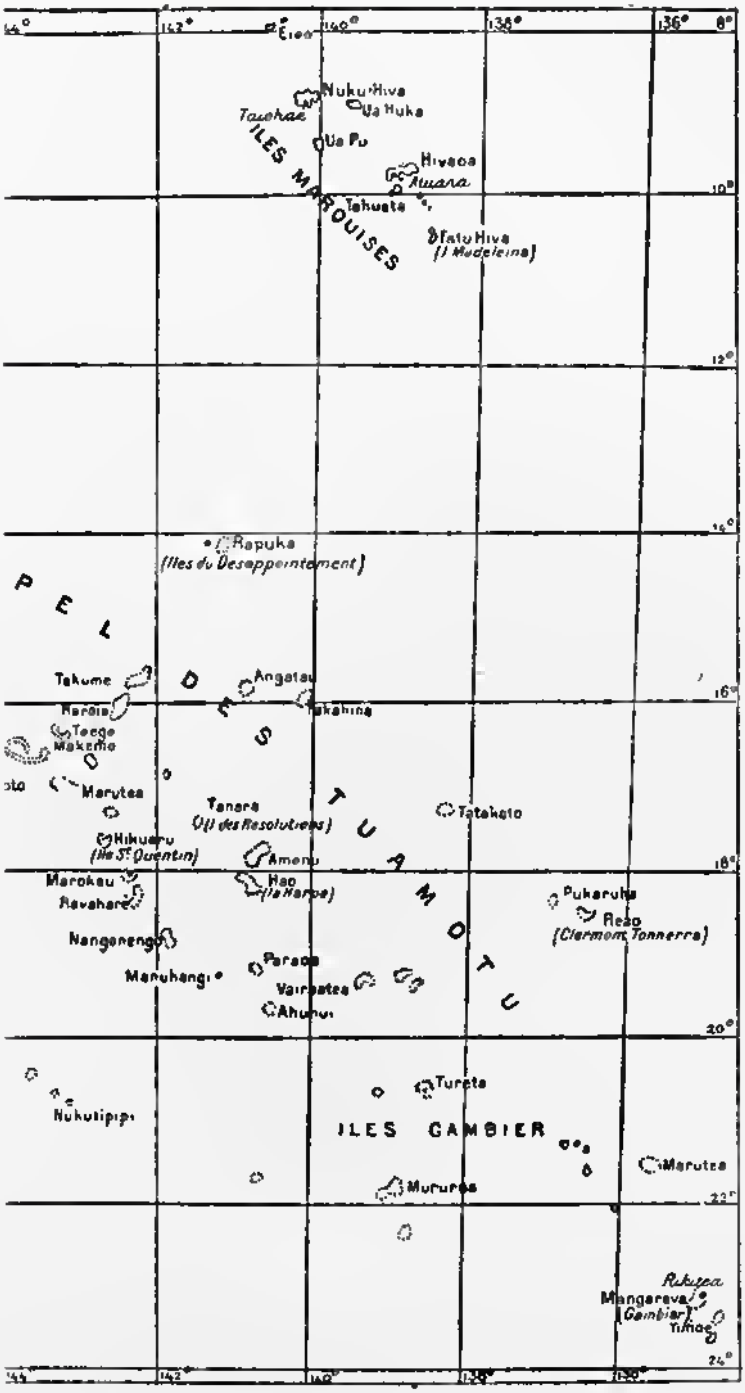


Fig. 27. — Carte de

Source : MNHN, Paris



l'Océanie française.

Source : MNHN, Paris

Le lagon fossile est rempli de phosphate de chaux plus ou moins sableux contenant 38 % de P^2O^5, soit 80 % de phosphate tribasique. L'exploitation a montré que les poches ont au moins 50 mètres de profondeur et qu'elles sont plus ou moins isolées les unes des autres par des piliers calcaires (les *pinnacles* des auteurs de langue anglaise). On y trouve des ossements de Baleine et de Crocodile fossites. On sait qu'il n'existe plus de Crocodiles dans cet archipel.

C. Les Iles Gambier.

Les Iles Gambier, découvertes par le Capitaine WILSON, en 1797, appartiennent à la France depuis 1844.

Elles font suite aux Tuamotou, vers le Sud-Est. On les connaît assez mal. C'est un petit archipel volcanique, bordé de récifs coralliens, surtout au Nord-Est.

L'île principale, Mangareva, est formée de basaltes, avec géodes de zéolithes. Le Mont Duff y atteint 400 m d'altitude. C'est de cette île que provient l'*océanite*, la plus riche en olivine qui soit connue dans le monde entier (A. LACROIX, 1927-31).

D. Les Iles de la Société.

Les Iles de la Société, découvertes par QUIROS, en 1606, reçurent leur nom du Capitaine COOK en 1769, en l'honneur de la *Royal Society*, de Londres. Elles appartiennent à la France depuis 1843.

On les divise en deux groupes : Iles du Vent et Iles sous le Vent.

Les îles du Vent (au Sud-Est de l'archipel) sont : Tahiti, Mooréa, Mahétia, Tubuai-Manou et la petite île de Corail Tetiaroa.

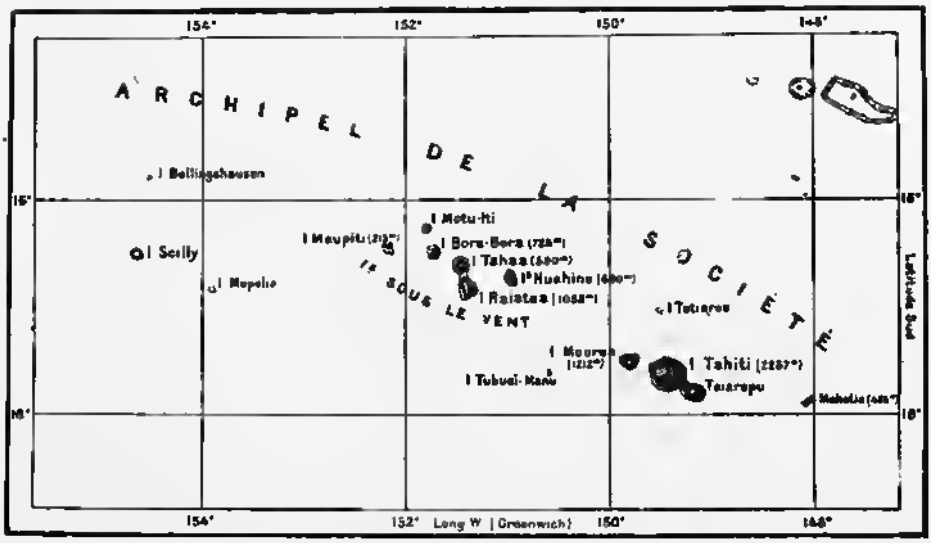


FIG. 30. — Carte des Iles de la Société.

Source : MNHN, Paris

Les îles sous le Vent (au Nord-Ouest) sont : Maupiti, Bora-Bora, Tahaa, Raiatéa, Huahine et les îlots coralliens de Motaïti, Hopelia, Scilly, Bellinghausen.

Toutes ces îles sont voleaniques et entourées de récifs-barrières à l'intérieur desquels se trouve une bordure de récifs frangeants.

Tahiti, la grande île, atteint 50 km de longueur. Elle est formée de deux massifs accolés, et se trouve être le type du district à roches sodiques, riches en feldspathoïdes. Ce sont des basanitoïdes passant à des ankaramites, avec des coulées de basalte et d'andésites labradoriques, des trachytes phonolithiques et des phonolithes postérieures, avec un type nouveau la *tahitite* à beaux cristaux d'haüyne bleue (Lacroix). Une variété néphélinique plus potassique a été nommée *tauritite* (Idoings).

Dans le centre de l'île, au milieu des faciés basaltiques, des roches grenues ont fait intrusion (des théralithes et autres roches néphéliniques) et ont été traversées elles-mêmes par des dykes clairs de syénites néphéliniques et même de monzonites.

L'île de Méhétia a livré des roches semblables.

Moorea, Raiatea, Huahine et Bora-Bora ont fourni des basaltes, des ankaramites, des océanites, des trachytes phonolithiques. Tubuaï Manu ne renferme que des basaltes et des andésites. A. Lacroix a consacré de nombreuses notes à la pétrographie de ces îles, dont 10 pages (279-289) dans le Tome III de sa Minéralogie de Madagascar.

L'archipel a été étudié sur place par des géologues américains : Tahiti, Mooera par H. Williams (1933), Bora-Bora, par J. T. Stark et A. L. Howland (1941) qui ont publié leurs observations dans le Bulletin du *Bernice P. Bishop Museum* de Honolulu.

E. Les Iles Tubuaï.

Les Iles Tubuaï (appelées quelquefois Archipel Austral) appartiennent à la France depuis 1880.

L'archipel comprend sept îles alignées NW-SE sur plus de 1.000 km : Maria, Rimatara, Ruruta, Tubuaï, Raivavea, Rapa et Maroliri.

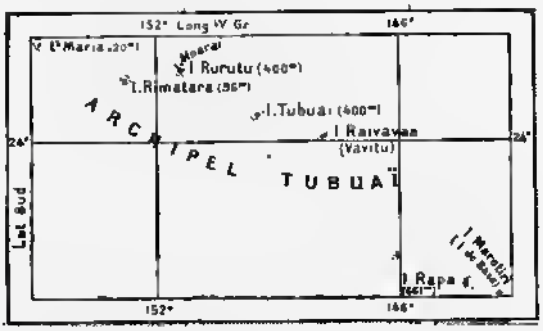


Fig. 31. — Carte des Iles Tubuaï.

Source : MNHN, Paris

L'île Tubuaï ressemble à Tahiti par ses phonolithes, basanitoïdes et ankaramites, tandis que Raivavea possède en plus des basaltes. Rurutu a des basaltes, des basanitoïdes et des ankaramites ; Rapa, plus complexe, possède des andésites labradoriques, des trachytes à néphéline et des intrusions de luscladite. Le prétendu charbon de Rapa est un mauvais lignite intercalé dans des tufs basaltiques.

A. Lacroix a étudié les laves qui lui ont été envoyées par divers voyageurs, dont L. J. Chubb lui-même, qui a publié ses observations dans le *Quarterly Journal* de la Société Géologique de Londres (1927), en collaboration avec W. C. Smith.

BIBLIOGRAPHIE.

Chubb (L. J.). — The Geology of Marquesas Islands. *Publ. Bernice Pauhai Bishop Muséum*, 1930, n° 68, 71 pages.

Lacroix (A.). — Les gisements phosphatés. *in* Le Phosphate. *Publ. Bureau d'Et. géol. et min. col.*, 1935, pp. 180-186.

Abrard (R.). — Contribution à l'étude géologique des Iles Marquises et Gambier. *C. R. Congr. Soc. Sav.*, 1923, pp. 127-129.

Lacroix (A.). — Nombreuses notes de Pétrographie.

Williams (H.). — Geology of Tahiti, Moorea and Maiao. *Bull. Bernice Pauhai Bishop Museum*, 1933, n° 105, 89 p., 19 fig., 8 pl.

Stark (J. T)), Howland (A. L.). — Geology of Borabora, Society Islands. *Bull. Bernice Pauhai Bishop Museum*, 1941, n° 169, 43 pages.

Washington (H. S.). — The Chemistry of the Pacific Volcanoes. *Spec. Publ. Bernice Pauhai Bishop Museum*, 1921, n° 7, pp. 325-345.

Chubb (L. J.), Smith (W. C.). — The Geology and Petrography of the Austral or Tubuai Islands (Southern Pacific). *Quart. J. Geol. Soc. London*, 1927, v. 83, n° 330, pp. 291-316, 317-341.

Blondel (F.). — Bibliographie géologique et minière de la France d'Outremer. Tome 2, 1941, pp. 971-983.

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Achevé d'imprimer le 31 mai 1955.

Imprimé en France. *Le Directeur-gérant :* René Jeannel.

Imprimerie Maurice Declume, Lons-le-Saunier. — 1294-54-360.
Mai 1955 « Dépôt légal 2e trimestre 1955 — N° 4434 ».

Source : MNHN, Paris

Les Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle paraissent sans périodicité fixe. Chaque volume est formé d'un nombre variable de fascicules, publiés isolément et ne contenant qu'un seul mémoire.

Les auteurs reçoivent 50 tirages à part de leurs travaux, brochés et sous couverture. Ils s'engagent à ne pas les mettre dans le commerce.

Le montant des abonnements et les demandes de fascicules doivent être adressés au *Muséum national d'Histoire naturelle, Service des ventes*, 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris (5e).

Compte chèques postaux : Paris 124-03.

ÉDITIONS DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, Paris

Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle (commencé en 1895). Un volume in-8° par an.

Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle, nouvelle série (commencée en 1936). In-8°, sans périodicité fixe.

Archives du Muséum national d'Histoire naturelle (commencées en 1802 comme *Annales du Muséum national d'Histoire naturelle*. Un volume in-4° par an.

Publications du Muséum national d'Histoire naturelle (sans périodicité fixe). Paraît par fascicules in-8°.

Revue française d'Entomologie (Directeur : Dr R. Jeannel, laboratoire d'Entomologie). Paraît depuis 1934, in-8°.

Notulae systematicae (Directeur : M. H. Humberi, laboratoire de Phanérogamie). Paraît depuis 1909, in-8°, sans périodicité fixe.

Index seminum Musei parisiensis (Laboratoire de Culture). Paraît depuis 1822. Echange.

Journal d'Agriculture tropicale et de Botanique appliquée, anciennement *Revue de Botanique appliquée et d'Agriculture Coloniale* (Secrétaires : MM. J.-F. Leroy et J. Carayon). Paraît depuis 1954.

Revue Algologique (Directeur : M. R. Lami, laboratoire de Cryptogamie). Paraît depuis 1924, in-8°.

Revue Bryologique et Lichénologique (Directeur : Mme Allorge, laboratoire de Cryptogamie). Paraît depuis 1874, in-8°.

Revue de Mycologie, anciennement *Annales de Cryptogamie exotique* (Directeur : M. R. Heim). Paraît depuis 1928 ; in-8°.

Mammalia (Directeur : M. E. Bourdelle, laboratoire de Mammalogie). Paraît depuis 1936 ; in-8°.

Bulletin du Laboratoire maritime du Muséum national d'Histoire naturelle, à Dinard (Directeur : M. R. Heim, laboratoire maritime de Dinard). Paraît depuis 1928 ; in-8°.

Source : MNHN Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris

Source : MNHN, Paris